Jaarlijksch verslag van het Nederlandsch Gasthuis voor Behoeftige en Minvermogende Ooglijders te Utrecht, met wetenschappelijke bijbladen.

DRIE-EN-TWINTIGSTE JAARLIJKSCH VERSLAG

BETREKKELIJK

DE VERPLEGING EN HET ONDERWIJS

IN HET

NEDERLANDSCH GASTHUIS

VOOR

OOGLIJDERS.

UITGEBRACHT IN MEI 1882

DOOR

F. C. DONDERS.

Met het Zeventiende Nummer der Wetenschappelijke Bijbladen.

UTRECHT,
J. VAN BOEKHOVEN.
1882.

DRIE-EN-TWINTIGSTE JAARLIJKSCH VERSLAG

BETREKKELIJK

DE VERPLEGING EN HET ONDERWIJS

IN HET

NEDERLANDSCH GASTHUIS

VOOR

OOGLIJDERS.

UITGEBRACHT IN MEI 1882

DOOR

F. C. DONDERS.

Met het Zeventiende Nummer der Wetenschappelijke Bijbladen.

UTRECHT,
J. VAN BOEKHOVEN.
1882.

INHOUD.

DRIE EN TWINTIGSTE JAARLIJKSCH VERSLAG, betrekkelijk de verpleging en het onderwijs in het *Nederlandsch Gasthuis voor Ooglijders*, van den 1. Januari 1881 tot den 1. Januari 1882, ter vergadering van Bestuurders en Afgevaardigden, gehouden te Utrecht, den 6. Juni 1882, uitgebracht door F. C. Donders, Directeur der Instelling,

BENEVENS PLANNEN TOT VERBETERING EN UITBREIDING.

(Zie bl. 16 en volgende.)

Hooggeachte Heeren Bestuurders en Correspondenten!

Het 23e jaar van het bestaan onzer stichting sluit zich bij zijn voorgangers waardig aan. Weder gaf het onderwijs zoowel als de behandeling en verpleging der ooglijders ruime stof tot voldoening. Was niet in ieder onderdeel verdere ontwikkeling zichtbaar, overal handhaafde zich de instelling op de eenmaal bereikte hoogte. Een overzicht *der verpleging en behandeling* in de laatste drie jaren strekke daarvan ten bewijze.

Afkomstig uit	Behandelden. 1879.	1880.	1881.	Verpleegden. 1879.	1880.	1881.
de Stad Utrecht	808.	790.	892.	22.	23.	19.
de Provincie Utrecht . . .	320.	365.	374.	24.	38.	27.
» Friesland. . .	23.	21.	6.	16.	9.	1.
» Groningen . .	2.	4.	4.	1.	0.	2.
» Drenthe . . .	14.	19.	16.	9.	9.	6.
» Overijssel. . .	101.	104.	125.	70.	62.	77.
» Gelderland . .	238.	227.	217.	94.	71.	74.
» Noord-Holland.	150.	180.	182.	39.	32.	45.
» Zuid-Holland. .	215.	199.	253.	49,	34.	37.
» Zeeland. . . .	36.	43.	47.	31.	30.	38.
» Noord-Brabant.	155.	166.	171.	80.	110.	101.
» Limburg . . .	3.	6.	6.	4.	6.	3.
Vreemdelingen.	8.	6.	7.	8.	3.	5.
	2073.	2130.	2300.	447.	427.	435.

Zooals uit de cijfers blijkt, zijn de schommelingen zoo gering, dat het evenwicht zich gemakkelijk herstellen kan. Voortdurende stijging is alleen op te merken in het aantal lijders, die de polikliniek bezoeken; en in dit opzicht geldt de uitbreiding zoowel de buiten-provinciën als de stad en de provincie Utrecht.

Zooals het aantal der verpleegden, bleef ook dat der verpleegdagen zich genoegzaam gelijk: bij 10721 in 1880, 10562 in 1881, met een gemiddelden verplegingsduur van 24 dagen en een gemiddeld aantal verpleegden van nagenoeg 30.

De tegemoetkoming, ten bedrage van 60 cents per verpleegdag, werd verstrekt

	In 1880. Lijders.	Verpleegdagen.	In 1881. Lijders.	Verpleegdagen.
Uit eigen middelen . . .	234.	4678.	235.	5066.
door Particulieren . . .	36.	1090.	35.	813.
» Diaconieën. . . .	18.	554.	19.	602.
» Gemeentebesturen. .	60.	1699.	58.	1704.
» Armbesturen . . .	57.	2063.	58.	1695.
» Liefdegestichten . .	19.	410.	22.	506.

Kostelooze verpleging werd op 8 lijders toegepast voor 176 verpleegdagen. Zij zou zich over een grooter aantal hebben uitgestrekt, wanneer diaconieën en besturen, de billijkheid eener kleine tegemoetkoming erkennende, niet gaarne bereid gevonden waren het gewone bedrag te storten.

Bij de rijk bezochte polikliniek, steeg thans het aantal consultatiën, waarbij meestal gratis geneesmiddelen werden verstrekt, tot 20853.

Weder vindt men de statistiek der operatiën met die der behandelde lijders als aanhangsel bij het verslag. Het is nauwelijks noodig er op te wijzen, dat, in verband met de herkomst van een goed deel onzer lijders uit afgelegen provinciën, daaronder betrekkelijk veel belangrijke gevallen voorkomen en veel kunstbewerkingen gevorderd worden.

Het *onderwijs*, op gelijken voet gegeven als in de vorige jaren, bleef goede vruchten dragen. Regelmatig werd de polikliniek (van 10 tot 12 uren) door eenige belangstellenden bijgewoond, — kunstgenooten uit den vreemde, uit Nederland en de koloniën, — en steeds ook door enkele studenten. Met onze polikliniek vallen de klinische lessen samen dezer laatste in het ziekenhuis; maar een paar maanden weten velen daaraan toch te ontwoekeren, om op de polikliniek de behandeling der gewone gevallen te zien en zich, onder de hooggeschatte leiding van Prof. Snellen en van Dr. Bouvin, in zekere handgrepen en in het bepalen der functiestoornissen te oefenen. Ook tijdens de vacanties, wanneer zij in het ziekenhuis niets te verzuimen hebben, maken verscheidene studenten gretig van onze polikliniek gebruik.

Maar met stipte regelmatigheid worden op de daarvoor bestemde dagen de gewone klinische lessen bijgewoond, en hoewel Prof. Snellen ze voor de studenten van het eerste en het tweede jaar gesplitst heeft, wordt, bij het snel gestegen cijfer onzer academieburgers, waartoe nu ook de toekomstige artsen behooren, de daarvoor bestemde ruimte reeds te klein.

Buitendien werd onderwijs gegeven, zoowel in operatieve oogheelkunde op het phantôme als in ophthalmoscopie en werden de operatiën *in vivo* voortdurend door vele belangstellenden bijgewoond. Tal van vreemde kunstgenooten, die hier korter of langer tijd vertoefden, waardeerden het hoogelijk, Prof. Snellen te zien opereeren en door hem in de fijnheden der techniek te worden ingewijd. Voor deze stond ook het physiologisch laboratorium open, waar zij gelegenheid vonden, onder de leiding van Prof. Engelmann en de vriendelijke hulp van onzen interne, Dr. Waelchli, zich met de weefselleer van het oog bezig te houden en aan onderzoek op het gebied der physiologische lichtleer deel te nemen, waartoe ik hun gaarne de noodige hulp bood.

Ook op het gebied der litteratuur werden de belangen onzer wetenschap niet verzuimd. Met de in het vorig verslag vermelde schriften groeiden de bijbladen weer tot een klein boekdeel aan, en aan het verslag van heden zal de dissertatie van Dr. van der Weijde, die zijn eigen kleurblindheid tot onderwerp heeft, worden toegevoegd, een arbeid, waarvan althans gezegd kan worden, dat daaraan tijd noch moeite gespaard zijn. Een engelsche verhandeling van mijne hand, op het congres te Londen voorgedragen, en een zeer uitvoerig onderzoek betreffende de gekleurde kogels in het netvlies van vogels, zullen

daarop volgen. Voorts van Prof. Snellen zijne verhandeling over „Sympathetic Ophthalmitis, the mode of its Transmission and its Nature", die, op het congres te Londen voorgedragen, tot gewichtige discussiën aanleiding gaf; en zeer dankbaar zullen wij zijn, wanneer wij ook een overzicht der behandeling en verpleging in het Gasthuis van zijne hand mogen te gemoet zien.

Het stelselmatig onderzoek van de oogen der lotelingen uit den boerenstand, tot een bepaalde streek behoorende, als tegenhanger van dat onzer studenten, door de Heeren Bouvin en Collard met zooveel zorg verricht, ontmoet grooter zwarigheden dan ik mij had voorgesteld. Ik blijf echter gelooven, dat ze behooren tot de categorie dergenen, die kunnen en zullen worden overwonnen.

Financiën. De boekhouding onzer Instelling onderscheidt een kapitaalfonds en een verplegingsfonds. Dit laatste beschikt over de periodieke ontvangsten van ieder jaar en over de rente van het kapitaalfonds. In het kapitaalfonds worden alle bijdragen gestort, hetzij groot of klein, die slechts voor éénns gegeven worden.

A. *Verplegingsfonds.*

a. Ontvangsten aan:

		1880.	1881.
1. Verpleeggelden	*f*	6536.99.	*f* 6370.24⁵.
2. Jaarlijksche bijdragen	»	4602.40.	» 4721.90.
3. Renten van kapitalen	»	1904.06⁵.	» 2039.89.
4. Huur van gebouwde eigendommen	»	500.—.	» 500.—.
	f	13543.45⁵.	*f* 13632.03⁵.

Dus geen noemenswaardig verschil tusschen de beide jaren.

b. Uitgaven aan:

1.	onderhoud van gebouwen	*f*	615.44[5]
2.	grond- en andere belastingen . . .	„	213.18
3.	tractementen, loonen, enz.	„	2392.70
4.	voeding, verwarming enz.	„	7271.89[5]
5.	kleeding en meubilair	„	1219.53
6.	kosten van beheer	„	532.15
7.	chemicaliën en instrumenten. . . .	„	1360.91
		f	13605.81

Het batig saldo van 1881 bedroeg aldus *f* 26.22[5].

In het vorig verslag wees ik op den gestadigen achteruitgang van het aantal begunstigers in de laatste jaren. De vermelding van het feit zou, zoo hoopte ik, voldoende zijn, om den ijver der plaatselijke commissiën aan te wakkeren. En werkelijk hebben wij dit jaar weer voor het eerst een vermeerdering van het aantal begunstigers te constateeren, waarbij zich Arnhem, Utrecht, Dordrecht en Tilburg bijzonder onderscheiden. Als nieuwe begunstigers werden namelijk ingeschreven:

Dr. M. Batenburg,	te	Princenhage.
Dr. C. ten Bosch Azn.,	„	Geertruidenberg.
Jhr. Mr. B. Ph. de Beaufort,	„	Utrecht.
Mr. J. F. C. Baert,	„	„
Mevr. de Wed. J. J. v. d. Broek, geb. Carp,	„	„
Mr. Berger van Hengst,	„	„
Mr. W. van Binsbergen,	„	„
Dr. H. Brom,	„	„
J. L. Cluysenaer,	„	„
Mr. M. Crommelin,	„	„
Prof. H. C. Dibbits,	„	„
Dr. A. G. C. Dodt,	„	„
O. Doekzen,	„	„
Msgr. J. Heykamp,	„	„
W. van Hasselt,	„	„

Mr. A. C. van Heusde,	te Utrecht.
Mr. H. J. Hamaker,	" "
Dr. H. van Herwerden,	" "
Mevr. de Wed. Mr. J. van Hall geb. Marcella,	" "
Mevr. van Hengst-Fontein Verschuir,	" "
A. L. d'Hamecourt,	" "
Mevr. de Wed. K. E. Hacke-Winkler,	" "
Luit. L. F. Leijds,	" "
Dr. A. Th. Moll,	" "
Mr. R. Melvil Baron van Lynden,	" "
Dr. P. W. Onnen,	" "
Jhr. J. J. de Pesters,	" "
Douair. van Rappard Engelke,	" "
Ds. F. Z. Reneman,	" "
Mr. David Ragay,	" "
Pastoor Stiphout,	" "
Baron de Vos van Steenwijk,	" "
Dames Wenckebach,	" "
Prof. H. Wefers Bettink,	" "
A. W. Wichers,	" "
Dr. P. Wellenbergh,	" "
van Gheel Gildemeester,	te Amersfoort.
Jhr. Mr. D. van Haersma de With,	" de Bildt.
C. G. S. Baron van Heemstra,	" Arnhem.
L. J. Heldring,	" "
Mr. J. S. Hijmans,	" "
J. A. Kolff,	" "
Mej. S. Luden,	" "
Mej. E. Luden,	" "
Mr. A. H. Philipse,	" "
Mr. A. W. G. Ras,	" "
Mr. L. U. de Sitter,	" "
Jhr. J. J. J. Storm van 's Gravesande,	" "
Mr. W. J. Triebels,	" "
J. F. Baron d'Hangest d'Yvoy,	" "
Dr. A. G. Kok,	" Zutphen.
M. J. M. Ruychaver,	" Rotterdam.
Douair. Jantzon van Erffrenten,	" Dordrecht.

H. Vriezendorp, Jr.	te Dordrecht.
J. Faels Kolkman,	„ „
E. A. G. van Hoogenhuyze,	„ „
S. Crena de Jongh,	„ „
Wed. J. R. van der Linden,	„ „
Jacques Zadoks,	„ „
M. Kemp,	„ „
C. F. Schoch,	„ „
Ph. Zadoks Szn,	„ „
Jan Smit V.,	„ Kinderdijk.
Jhr. van Karnebeek,	„ Middelburg.
Mr. C. J. Pické,	„ „
H. Lommen (de kinderen),	„ Tilburg.
Michel Goyarts,	„ „
Everard Lombarts,	„ „
H. van der Voort van der Schriek,	„ „
G. Pollet de Horion,	„ „
Leo Swagemakers,	„ „

B. *Kapitaalfonds.*

Ruimer dan in 1880 vloeiden daarin de bijdragen tijdens het afgeloopen jaar.

Onder onze stichters-bestuurders mochten wij opnemen den zoon, de dochter en den behuwdzoon van Prof. Doijer, gesamentlijk met een inschrijving van *f* 1000.—

In dien vorm wenschte onze vriend zijne kinderen de sympathie voor onze Instelling als erfdeel na te laten.

Ook onder de nieuwe stichters mogen wij een oud leerling tellen, wiens blijk van waardeering wij op hoogen prijs stellen, den hoogleeraar Place, te Amsterdam, met een bijdrage van *f* 100.—

Voorts:

de Erven J. Kleiweg, te Heiligersberg . . . . . *f* 100.—
de Heer A. Stoop van Zwijnsdrecht, te Dordrecht . . „ 50.—

Giften in eens werden nog verkregen:

van Mevrouw M. v. L., te Utrecht. . . . . *f* 10.—

van Mr. J. van Ghijn, te Dordrecht . . . . . *f* 5.—
van Mej. de Wed. Borst, te Utrecht . . . . . „ 2.—
van den Heer H. C. Bergsma, te Utrecht . . . . . „ 10.—
van Jhr. Mr. J. C. N. van Eijs, te Utrecht. . . . . „ 15.—
van J. H. te Utrecht. . . . . „ 1.—
van N. N., door tusschenkomst van Dr. Noorduijn, te Nijmegen . . . . . „ 100.—
van C. B., door tusschenkomst van Prof. Donders . . „ 200.—

Hier zij, bij voorbaat, met een woord vermeld, dat wij een gezelschap van kunstvrienden te Kampen, die in 1882 hun talent aan onze instelling dienstbaar maakten, als haren stichter mochten inschrijven.

Legaten werden aan de stichting toegekend:

van wijlen Mr. H. J. Swaving, te Zutphen . . . . *f* 100.—
„ „ Mej. H. C. Fontein, te Amersfoort . . . „ 100.—
„ „ den Heer L. H. Viruly, te Delft . . . . „ 2000.—
„ „ Vrouwe Geertrui Bisschop, wed. Evert Jan Wolters, te Zutphen . . . . . „ 300.—

Aan alle edele gevers zij onze warme dank gebracht!

Op deze jaarlijksche vergadering, mijne Heeren, missen wij voor het eerst twee mannen, die gewoon waren door hunne tegenwoordigheid hier een blijk van belangstelling te geven. Zij werden ons door den dood ontrukt.

Met diepen weemoed gedenk ik mijn ouden trouwen vriend Burger, in wien onze instelling een harer warmste voorstanders verliest. Bestuurder, van de stichting af, president onzer plaatselijke commissie te Rotterdam, wakker ijveraar voor onze belangen, vast en wel het eerste lid der commissie belast met het nazien der rekening, was hij ook de trouwste bezoeker onzer vergaderingen, waarvoor hij aan zijne veelvuldige werkzaamheden den noodigen tijd wist te ontwringen. Burger behoorde

onder de voortreffelijken, die men te hooger waardeert, hoe meer men ze leert kennen. Even vast- als snel-beraden, kon men op hem bouwen als op een rots. Hij sprak weinig, maar handelde, de daad bij het woord en ook wel de daad zonder het woord. Hij was een dier edele naturen, wier vriendschap een voorrecht is, dat ons bij droeve en treurige ervaring met het leven en met de menschheid verzoent. In een album der mannen, die zich verdienstelijk hebben gemaakt jegens onze stichting, zou zijn naam met gulden letteren moeten prijken.

Eenige maanden later volgde onze mederegent, de Notaris van Schermbeek, zijnen Rotterdamschen ambtsbroeder in het graf. Beiden genoten in hooge mate het vertrouwen hunner medeburgers en achtten elkander wederkeerig. Van nature vriendelijk en hulpvaardig, behield v. Schermbeek iets opgeruimds ook na al het zieleleed, dat hem in het verlies van innig dierbare betrekkingen getroffen had, zijn troost zoekende in gestadige werkzaamheid, ter liefde van anderen. Hij was een raadsman voor velen, en ook wij luisterden gaarne naar zijn woord, altijd eenvoudig, altijd waar en getuigende van groote zaak- en diepe menschenkennis. Zoo is hij ook werkzaam geweest in het belang onzer stichting, waarvan hij vele jaren regent was. Beide, v. Schermbeek en Burger, hebben, als laatste blijk van belangstelling, dat nog uit het graf spreken zou, ons een legaat nagelaten. Wij waardeeren die beschikking, maar behoefden ze niet, om hen dankbaar na te staren.

STATISTIEK der oogziekten, voorgekomen in het *Nederlandsch Gasthuis voor Ooglijders* van den 1 Januari 1881 tot den 1 Januari 1882 bij 2300 lijders.

Ophthalmia catarrhalis	194
„ granulosa	16
„ blennorrhoïca	2
„ purulenta neonatorum	6
„ diphtherina	3
Trachoma	98
Ophthalmia scrophulosa	190
Panophthalmia	3
Sphacelus corneae	1
Ulcus cum hypopyo	14
Ulcus corneae (keratitis)	87
Irido-keratitis	1
Prolapsus iridis	6
Synechia anterior	22
Keratitis diffusa	5
Maculae corneae	95
Leucoma	35
Staphyloma corneae et staphyloma scleroticae anterius	5
Cornea conica	4
Kyklitis	1

Iritis	20
Kerato-iritis	3
Synechia posterior	20
Atresia pupillae en irido-chorioiditis	23
Irideremia	1
Sclerotitis anterior en episcleritis	10
Cataracta senilis	88
„ congenita	7
„ diabetica	1
„ secundaria	5
„ mollis	6
„ traumatica	6
Luxatio lentis	4
Aphakia	29
Obscuratio corporis vitrei	6
Retinitis (apoplectica, luëtica)	1
„ e morbo Brightii	3
„ pigmentosa (hemeralopia)	7
Neuritis optica	17
Solutio retinae	15
Mergvlammen	3
Chorioiditis	20
Glaucoma	18
Amblyopia congestiva	19
„ et amaurosis cum papilla alba	41
Buphthalmos	3
Atrophia bulbi	35
Microphthalmus	2
Spasmus clonicus palpebrarum	2
Tumor orbitae	1
Anophthalmos	29
Traumata	78
Corpora aliena	72

Paresis muscularis (strabismus paralyticus, ptosis paralytica et mydriasis paralytica)	1
Strabismus	65
Nystagmos	13
Ptosis	3
Entropion en dystichiasis	11
Ectropion	9
Symblepharon	2
Abscessus palpebrae	2
Blepharadenitis	58
Tumor cysticus	3
Dacryocystitis (obstructio ductus lacrymalis)	59
Exanthema faciei et palpebrarum	1
Asthenopia accommodativa	29
Myopia	121
Presbyopia	295
Hypermetropia	216
Astigmatismus	75
Anisometropie	12
Lupus faciei	8
Pterygium	7
Epithelioma	2
Paresis n. oculo-motorii	3
Daltonismus	1
Polypus conjunctivae	1
Tumor oculi	2
Fistula sacci lacrymalis	3
Hordeolum	16
Teleangiectasia	1
Protrusio bulbi	2
Paresis n. abducentis	2
Xanthelasma	1
Amblyopia diabetica	1

Keuring van Spoorwegpersoneel	3
Simulatio	1
Voorschriften van brillen	806
Albinismus	1
Paresis trochlearis	1
Anaemie	2
Neurosis ciliaris	1
Haemorrhagia retinae	1

KUNSTBEWERKINGEN.

Extractie van cataract	42
Lineair-extractie	7
Punctie van cataract	9
Nastaar-operatie	9
Iridectomie	73
Staphyloma-operatie	6
Symblepharon-operatie	2
Tenotomie	36
Entropion-operatie	26
Exstirpatio bulbi	24
Blepharophimosis	5
Plastische operatie	15
Sclerotomie	10
Exstirpatie van tumor	2
Operatie van cornea conica	1
	267

PLANNEN TOT VERBETERING EN UITBREIDING VAN HET NEDERLANDSCH GASTHUIS VOOR OOGLIJDERS.

Geachte Heeren Bestuurders en Correspondenten!

Gij zijt jaren lang getuigen geweest van den vooruitgang onzer stichting. In weerwil der instellingen van gelijken aard, die wij elders, op voorbeeld der onze, door leerlingen onzer school zagen tot stand brengen, nam het aantal lijders, die zich tot ons wendden, gestadig toe. Maar sedert eenige jaren is er stilstand ingetreden, stilstand althans — ten aanzien der verpleging. Waarom, zoo vraagt Gij, houdt de verpleging op hand aan hand te stijgen met de polikliniek? — En het antwoord luidt: omdat het gebouw, waarin wij verplegen, verbetering en uitbreiding behoeft.

Deze mededeeling treft u niet onverwachts.

„Uit de vergelijking met de uitkomsten van het vorige jaar," zoo leest Gij in het *twintigste* verslag, „zal voorts gebleken zijn, dat de Instelling haar vollen groei nog niet heeft bereikt en dat op haar twintigste jaar de kenmerken van een gezonden wasdom nog niet ontbreken. Ook daarover mogen wij ons hartelijk verheugen.

Doch wij mogen het ons niet ontveinzen, aan dien groei zijn perken gesteld. Onze muren zijn niet veerkrachtig. Het uiterste wat de beschikbare ruimte gedoogt, is schier bereikt. Wellicht zullen spoedig maatregelen moeten wor-

den beraamd, om in de stijgende behoefte aan verpleging te voorzien. Wij meenen dit aan U, aan al onze Stichters en Begunstigers voorloopig te moeten mededeelen."

„Zien wij terug op het hier gegeven verslag," zoo luidt het slot van het *één en twintigste*, „dan schijnt de slotsom in allen deele gunstig. Onze inkomsten zijn toereikend, om de uitgaven te bestrijden, en ons kapitaalfonds, waarvan wij de rente alleen tot verpleging gebruiken, neemt langzaam, wel is waar, maar gestadig toe. Aan de andere zijde worden ons uit alle oorden des lands de belangrijkste patiënten toegezonden en strekt de inrichting op den duur tot onderwijs en tot uitbreiding onzer kennis.

En toch mogen wij niet verklaren, geheel voldaan te zijn. Het gebouw, waarin onze instelling gevestigd is, heeft meer dan 20 jaren goede diensten bewezen. Meer dan eens hadden we gelegenheid er op te roemen, dat wij gelukkig waren geweest in de keuze van een huis. Onder de gewone woonhuizen ware er zeker geen beter te vinden geweest, geen bekwamer voor ons doel. Maar het was toch een oud gebouw, waarvan de kosten van onderhoud aanzienlijk stijgen. Bovendien blijkt, dat de beschikbare ruimte ons niet langer toelaat, ons vrij te bewegen. Lijders, die we gaarne zouden opnemen, moeten, in de zomermaanden althans, wanneer de aandrang het grootst is, tijdelijk afgewezen worden, en dan ook zien we ons verplicht, den verplegingsduur, zooals wij boven reeds opmerkten, meer dan wenschelijk, te bekorten.

Voegt daarbij, dat sedert 20 jaren de eischen eener goede ziekenverpleging in 't algemeen zeer gestegen zijn. Men verlangt ruime, goed geventileerde en op doelmatige wijze verwarmde lokalen, gelegenheid tot afzondering van besmettelijke gevallen en van lijders, die rust of duisternis behoeven. Aan dat alles is in de laatste 20 jaren,

ontegenzeggelijk in het belang der verpleging, elders meer en meer voldaan. Het resultaat is, wij mogen het niet ontveinzen, dat ons Gasthuis, vroeger onze trots, zich, wat de verpleging betreft, niet meer meten kan met inrichtingen van gelijken aard, hier te lande en elders tot stand gebracht.

Er is meer. Onze inrichting voorziet in vele en zeker in de dringendste behoeften; maar zij laat toch ééne behoefte onvervuld. Bij de oprichting reeds hadden wij het oog op een tweede klasse van ooglijders, die een hooger verpleeggeld zouden betalen. Bij onze statuten is die klasse aangenomen, en werkelijk zijn er aanvankelijk eenige daaronder vallende lijders verpleegd. Maar, aan de ééne zijde, gedoogde de ruimte niet er velen op te nemen, aan de andere, gevoelde een enkele zich te geïsoleerd, om niet al aanstonds aanraking te zoeken met die der lagere klassen, en stelde zich nu tevreden met hetgeen aan deze verstrekt werd. Thans doet omtrent menig patiënt zich de vraag voor, of hij al dan niet in de termen valt, in ons Gasthuis onder de gewone voorwaarden verpleegd te worden. Als minvermogend, in den gewonen zin des woords, is hij niet te beschouwen. Doch om geruimen tijd, in een privaathuis, te voorzien in zijn verplegingskosten, daartoe schieten zijne finantiëele krachten te kort Inderdaad worden voor private verpleging allengs hoogere prijzen gevorderd, ten gevolge waarvan de daaraan verbonden kosten en de tegemoetkoming, die ons Gasthuis verlangt, te ver uit elkander liggen. Kennelijk bestaat hier dus een leemte, en het schijnt op onzen weg te liggen, die aan te vullen.

Hoe in al de hier aangegeven behoeften zou kunnen worden voorzien, heeft reeds het onderwerp van gezette overweging en ernstige beraadslaging uitgemaakt. Verschillende wegen staan voor ons open. Welke daarvan de

meeste aanbeveling zal verdienen, hangt nog af van omstandigheden, waarop wij niet kunnen vooruitloopen. Maar, welke beslissing moge genomen worden, zij zal de beschikking vorderen over grootere middelen dan ons thans ten dienste staan."

Het *laatste* verslag, eindelijk, in Mei 1881 uitgebracht, komt met korte woorden op de zaak terug: „In mijn vorig verslag", zoo leest men aldaar, „gaf ik te kennen, dat wij op verbetering en uitbreiding onzer instelling bedacht waren. Het gebouw wordt oud, en in een bepaalde behoefte, die zich meer en meer doet gevoelen, kan het, zooals gezegd werd, niet voorzien. Maar nog hebben onze plannen hun beslag niet gekregen. Zeer gewenscht zijn de bedoelde uitbreiding en verbetering zeker, zoo dringend noodig misschien nog niet. Daarom verdient uitstel de voorkeur boven een besluit, dat niet met alle omstandigheden zou te rade gaan."

Dit jaar nu ben ik in staat, U verder opening van zaken te geven. Ik wensch U de geschiedenis te verhalen onzer overwegingen, U in te wijden in onze uitzichten, in onze plannen. Aan uwe voorlichting, aan uw oordeel wenschen wij ze te onderwerpen en door U gemachtigd te worden tot zoodanig handelen, als de omstandigheden zullen vorderen.

Op den voorgrond stond de ervaring, dat het tegenwoordige gebouw, naarmate het ouder wordt, minder en minder beantwoordt aan rechtmatige hygiènische eischen. Om de nadeelen, — die toch niet geheel zijn uitgebleven, — te voorkomen, moest het opnemen worden beperkt, en lijders aan besmettelijke oogziekten, die niet te isoleeren waren, moesten worden afgewezen. Als oud pand was het gebouw aangekocht en ingericht voor ons bijzonder doel.

Bewoond door ruim 40 menschen en dagelijks door een nog grooter aantal bezocht, ging het snel achteruit. Vloeren, vensters, gangen, alles zou vernieuwing vorderen. Daarbij deed de behoefte aan verbetering der ventilatie en der wijze van verwarming zich dringend gevoelen. Uit het hygiënisch oogpunt nu kwam in aanmerking, de drie lage verdiepingen der achterhelft van het huis tot twee te verbouwen. Doch de beschikbare ruimte zou daarbij eer af- dan toenemen. Dit leidde tot het denkbeeld, een derde verdieping over het geheele gebouw daarmede te verbinden, waardoor aan vele bezwaren zou worden te gemoet gekomen. Maar het werd onzeker geacht, of de muren, die niet allen even deugdelijk bleken, den last zouden kunnen dragen. En in die onzekerheid bleef er wel niets anders over als op de fundamenten en kluizen, die in voldoenden staat zijn, een geheel nieuw gebouw op te trekken, en wel met drie verdiepingen. Werd dan tevens het belendende huis, dat ons in eigendom toebehoort, tot woning van den oeconoom en voor de administratie ingericht, zoo zou veel gewonnen en alvast voldoende ruimte verkregen zijn.

In verband nu met het gezegde plan, wenschten wij ons in het bezit te stellen van een aan de Plompetorengracht gelegen, oud, maar aanzienlijk pand, waarvan de uitgestrekte tuin, door een muur slechts gescheiden, aan dien onzer instelling grenst. In de eerste plaats, zoo redeneerden wij, zou het aan te koopen huis als gasthuis kunnen worden ingericht, zoolang tijdens den op- of verbouw het tegenwoordige zou moeten worden verlaten, en later zou een deel van den tuin aan het nieuwe gebouw kunnen worden gehecht, om dáárin, zoo noodig, een bijgebouw voor onderwijs en polikliniek te stichten; terwijl het aangekochte huis met kleineren tuin weer zou kunnen worden van de hand gedaan, verhuurd of verkocht,

of wel ingericht voor de verpleging eener tweede klasse van lijders. Overwegende, dat, bijaldien ook van het plan werd afgezien, bij den aankoop van het pand tot een redelijken prijs weinig nadeel zou worden beloopen, deden wij een bod, overeenkomstig de waarde. Maar terwijl het antwoord nog werd ingewacht, werden wij verrast door het bericht, dat het pand door de gemeente Utrecht was aangekocht, met het voornemen, er scholen te bouwen. Het is ons aangenaam te mogen vermelden, dat onze geachte Burgemeester, onze teleurstelling vernemende, met de grootste welwillendheid zich bereid verklaarde, tot een voorstel meê te werken, om een gedeelte van den tuin ten onzen behoeve af te staan. Maar het voordeel, van het huis tijdelijk in bezit te nemen, was dan toch vervallen, en, in trouwe, onze overtuiging, dat wij het beste plan hadden op het oog gehad, stond toch ook niet zoo volkomen vast. Bedenkingen althans ontbraken niet. In de eerste plaats, mocht de verdeeling onzer tegenwoordige inrichting, waaraan wij bij het bouwen op de oude fundamenten zouden gebonden zijn, vrij wel voldaan hebben, bij vrije beschikking op een vrij terrein liet zich toch nog iets beters scheppen. In de tweede plaats, was het de vraag, of, bij het toenemend aantal lijders en studenten, de zalen voor polikliniek en onderwijs ruimte genoeg zouden aanbieden, en voor een hulpgebouw — daargelaten de buitengewone kosten — zou het stuk tuin, dat ons kon worden afgestaan, allicht ontoereikend zijn. In de derde plaats, zou in het nieuwe gebouw de gelegenheid tot het opnemen der tweede klasse van lijders, die bij ooglijden, in hun stand, inderdaad al even hulpbehoevend zijn als de minvermogenden, zeer beperkt blijven. En eindelijk, ten laatste, hebben wij sedert lang betreurd en betreuren

iederen dag meer en meer, dat het algemeen ziekenhuis, waarin de overige klinieken, de kraamzaal en schier het geheele onderwijs voor de candidaten in de geneeskunde geconcentreerd zijn, op zoo grooten afstand — bijna een half uur gaans — van onze instelling werd gebouwd, waardoor onze studenten de gelegenheid missen, zich al het hier voorkomende ten nutte te maken. Tegenover dat alles stond alleen de zeer twijfelachtige besparing, die zou verkregen worden, indien op de oude fundamenten een nieuw gebouw — en daartoe zou het dan toch moeten komen — werd opgetrokken.

En ziet, terwijl wij nu den blik naar elders richtten, vernemen wij, dat de gemeente Utrecht door aankoop eigenaar is geworden van een uitgestrekt terrein, Puntenburg genaamd, op een niet te grooten afstand van het Ziekenhuis zeer gunstig gelegen, en, terwijl zij voor eigen gebruik slechts een deel daarvan zou behoeven, wel bereid zou worden gevonden het overige voor andere doeleinden af te staan. Van dit terrein scheen een driehoekig stuk, 1500 centiaren groot, aan den oostelijken top gelegen, voor ons doel uitnemend geschikt. In dit geval nu wenschten wij niet voorkomen te worden, en op officieuse wijze stelden wij ons al dadelijk in verband met Burgemeester en Wethouders, bij wie wij de grootste bereidwilligheid mochten vinden, om ons verlangen bevorderlijk te zijn. Het bedoelde stuk gronds zou zich leenen tot het bouwen van een gasthuis, uit twee vleugels bestaande, den een aan een ontworpen straat, met den voorgevel op het westen, den anderen, loodrecht daarop, met den voorgevel op het noorden, en wel tegenover het ruime plein vóór het groote gebouw van administratie der Staatsspoorwegen, — stads-eigendom, waar geen lichtbetimmering te vreezen is.

Kan het bevreemden, dat het bedoelde terrein ons al aanstonds bijzonder toelachte? Hooge eischen zouden, zoo meenen wij te mogen vertrouwen, door den gemeenteraad, van wiens welwillendheid onze inrichting zich wel mag verzekerd houden, niet gesteld worden, en bij de courante waarde, die het belendend huis onzer instelling heeft, en de geschikte ligging van ons gasthuis voor het bouwen van een kerk of school, zou een belangrijke besparing op de kosten van het terrein alvast in compensatie komen tegen de grootere kosten van bouw. En een gebouw als hier zou kunnen worden opgericht, met een platten grond van ongeveer 700 centiaren, zou gereedelijk aan alle eischen voldoen. Twijfel kan er niet bestaan, of het zou ver de voorkeur verdienen boven den herbouw op de plaats, waar wij ons thans bevinden. De grootere oppervlakte, met vrije verdeeling naar behoefte, de ligging vooral, zijn voordeelen, die men niet te hoog kan aanslaan.

Maar bezitten wij de middelen tot uitvoering van zoodanig plan?

Regenten zijn nog niet in staat, eenigerlei raming over te leggen, noch zelfs een voldoende schets. Het verschil in kosten der beide plannen is dus ook niet te bepalen. Maar de uitkomst is zeker deze, dat, ook bij opoffering van het geheele kapitaalfonds, de beschikbare middelen niet voldoende zijn.

Hoe en waar het ontbrekende te vinden?

Wat aan onze instelling haren stempel gaf was hare onafhankelijkheid. Onder contrôle der Regenten, handelde de Directeur vrij en onbelemmerd, binnen de grenzen der statuten. Zoodoende nooit tijdverlies, nooit ergernis, nooit misverstand. De verpleging werd geregeld, zooals ze in het belang der minvermogenden doelmatig voorkwam, het onderwijs, zooals het de meeste

vruchten zou afwerpen: vrije toegang voor alle belangstellenden, hetzij Nederlander of vreemdeling, student of bevoegd praktizijn, vrije toegang tot al wat er te zien, te doen, te hooren was. Gelooft gij, dat de instelling gelijke vruchten zou hebben afgeworpen, gelijken invloed zou hebben uitgeoefend, indien ze door den staat wettig geregeld, door ministeriëele besluiten gereglementeerd ware?

En zal de instelling een toekomst hebben, aan haar verleden gelijk, dan moet haar vrijheid en onafhankelijkheid verzekerd blijven, dan moet zij haar nieuwe krachten ontvangen uit de hand der liefdadigheid, die haar in het leven riep.

Voor liefdadigheid nu klopt het Nederlandsche hart.

En door U gemachtigd, zullen wij met het volste vertrouwen daarop andermaal een beroep doen.

Want onze instelling was, wat ze hoopt te blijven, van zuiver philanthropischen aard. Philanthropie was het, wanneer zij meer dan 30 duizend ooglijders gratis behandelde, meer dan 8000 verpleegde, aan meer dan 1000 oogen, enkel door extractie van cataract, het licht teruggaf. En philanthropie is het op nog breeder schaal, wanneer zij leerlingen vormde, die elders instellingen in het leven riepen van gelijke strekking, leerlingen, die door geheel Nederland en ook buiten zijn grenzen arm en rijk hun diensten boden, of wanneer zij door bevordering der wetenschap aan die diensten waarde wist bij te zetten. Dit haar streven kwam der geheele menschheid ten goede. Inderdaad strooide, als instelling van onderwijs, onze stichting zaden uit, die op het veld der liefdadigheid een rijken oogst beloofden en die verwachting niet hebben beschaamd. Zietdaar wat zij mag doen gelden, wanneer zij tegen het 25ste jaar van haar bestaan op nieuw steun zoekt bij het Nederlandsche volk.

En langs welken weg zullen wij tot het volk toegang vinden?

Het kan U niet ontgaan zijn, dat onze instelling van den aanvang aan zich in de sympathie der Nederlandsche geneeskundigen mocht verheugen. Van die sympathie hebben zij niet slechts door behartiging harer belangen, maar ook door stoffelijken steun blijk gegeven. Hoe velen onder hen mochten wij als Stichters en Bestuurders in het album onzer instelling inschrijven! Hoe veel warme erkentelijkheid viel haar ten deel van de zijde harer discipelen, wier trouwe aanhankelijkheid ons een streelend bewustzijn, een groote voldoening is. Van de Nederlandsche geneeskundigen nu verwachten wij, zoo niet den stoffelijken, den grootsten zedelijken steun. Tot hen zou Prof. Snellen met mij zich willen wenden in de eerste plaats, en wel tot allen, zonder uitzondering, met de bede, dat ieder hunner, in den kring zijner patiënten, zijn invloed in het belang onzer instelling mocht willen doen gelden. En zeker zal ook niet te vergeefs een beroep worden gedaan op onze vaste Commissiën en Correspondenten, waaronder de instelling er meer dan één tellen mag, die in trouwe behartiging harer belangen voor geen onzer meest sympathische kunstgenooten onderdoet.

En zouden wij ons niet mogen vleien, met Z. M. onzen geëerbiedigden Koning, andere Leden van het geliefde huis van Oranje weder aan de spits onzer Stichters te zien?

Van vereenigde pogingen verwachten wij veel, maar niet alles; want — om te stichten, wat ons als ideaal voorzweeft, behoeven wij zéér veel. Met de toestemming, ons om steun te wenden tot het Nederlandsche volk, komen wij U dan ook vragen, een deel van ons kapitaalfonds aan het doel te mogen dienstbaar maken. Van den Heer van der Kooij, vertegenwoordigende onzen Bestuurder: het

St. Antonie-Gasthuis te Leeuwarden, — ging op de tweede vergadering van Bestuurderen, in het jaar 1861 gehouden, het voorstel uit, naast het verplegingsfonds een kapitaalfonds aan te leggen en afzonderlijk te administreeren, waarin alle bijdragen, voor ééns, — als de inleg van nieuwe Stichters en Bestuurders, schenkingen en legaten, — zouden worden gestort, welk voorstel met grooten bijval werd ontvangen en aangenomen. Wat de geachte voogd tot adstructie van zijn voorstel had betoogd, heeft zich bewaarheid: 't zou bezwaarlijk zijn, de jaarlijksche uitgaven op den duur met de klimmende behoeften te doen stijgen en de renten van een kapitaalfonds zouden het ontbrekende moeten aanvullen. Inderdaad zijn de renten van dat fonds aan de verpleging ten koste gelegd.

Maar zijn wij niet moedig begonnen zonder dien steun? En is ons stout bestaan beschaamd geworden? Zoo neen: Waarom dan gevreesd ons te ontblooten? Waarom het kapitaalfonds niet aan het nieuwe plan ten offer gebracht?

In de oogen der Regenten zou die daad, zachtst genomen, bedenkelijk zijn, te meer bedenkelijk, omdat de grootere omvang van het nieuwe plan ontwijfelbaar al dadelijk zwaardere verplegingskosten zal na zich slepen. En wenschen wij daarbij de inrichting te treffen voor een tweede klasse van lijders, de bedoeling is geenszins, daaruit eenig voordeel te trekken: integendeel, zonder iets voor de woning in rekening brengen, zullen wij tevreden zijn, wanneer de verpleegkosten door de verpleeggelden worden gedekt. Wat naar exploitatie zweemt moet vreemd blijven aan ons gesticht, en alle daar geboden hulp moet liefdadigheid ademen.

Intusschen, is het niet geoorloofd ons kapitaal-fonds uit te putten, geen bezwaar maken Regenten, daarin een goeden greep te doen. Wat als fonds wordt afgeschreven,

zal als waarde van het nieuwe gebouw op onze balans verschijnen. En zóóveel heeft de ervaring toch geleerd, dat wij aan nieuwe uitbreiding van het kapitaal-fonds niet behoeven te wanhopen. Was in 1880 de aangroei gering, die van 1881 was vrij aanzienlijk, en in de eerste maanden van 1882 bereikte hij meer dan het dubbele van dien der beide voorafgaande jaren. Cijfers wagen wij niet te noemen: maar ver zijn we zeker niet verwijderd van de waarheid, wanneer wij ons voorstellen, dat des noods wel bijna de helft der kosten van aanleg uit het kapitaalfonds zou kunnen worden geput.

Hiermede, geachte Heeren, Bestuurders en Correspondenten, heb ik mij gekweten van de taak, om U bekend te maken met den onvoldoenden toestand van het gebouw onzer Instelling, U den loop onzer overwegingen te schetsen, onze plannen, reeds sedert jaren aanhangig, voor U te ontvouwen en U uit te noodigen uw gevoelen daarover uit te spreken. Mogen zij in 't algemeen uwe goedkeuring wegdragen, dan blijft mij over, U machtiging te verzoeken:

1°. om ons te wenden tot het Nederlandsche volk, met de bede door liefdegiften de uitvoering dier plannen te helpen schragen.

2°. om het kapitaalfonds der stichting, zooveel noodig, aan die uitvoering dienstbaar te maken.

3°. om een schetsteekening met globale raming te laten vervaardigen van den bouw, dien wij op het oog hebben.

4°. om, te bekwamer tijd, bij het Gemeentebestuur en bij den Gemeenteraad de noodige stappen te doen, ten einde beschikking te verkrijgen over het bedoelde hoekstuk van Puntenburg.

5°. om in dezen verder te handelen, zooals, naar hunne overtuiging, door de belangen der instelling zal worden gevorderd.

Na eenige discussie geven de aanwezige Bestuurders en Correspondenten hunne adhaesie aan de door den Directeur ontvouwde plannen, en verleent de Vergadering, zonder hoofdelijke stemming, hare machtiging op de vijf bovenstaande punten.

De President zegt de Vergadering dank voor het vertrouwen, aan Regenten geschonken, en geeft op nieuw het woord aan den Directeur.

Mijne Heeren, — zoo gaat deze voort — wij zijn niet overmoedig genoeg, om te gelooven, dat wij in onze verwachting niet zouden kunnen worden bedrogen. Wie veel verlangt, moet op teleurstelling zijn voorbereid. Maar weest overtuigd, dat wij in dat onverhoopte geval den moed niet zullen laten zinken. Voorshands zouden wij ons dan waarschijnlijk tot het strikt noodige bepalen. Het vestigen toch van een nieuw gebouw op de fundamenten van het oude — ware in mijn oog een misgreep. Om aan zijn doel te beantwoorden, is het een eerste voorwaarde, dat het gebouw verrijze op een niet te grooten afstand van het algemeen Ziekenhuis, de practische oefenplaats onzer Studenten. Blijkt dit voor het tegenwoordige niet bereikbaar, dan worde gewacht op een betere toekomst. Door stelselmatig vast te houden aan de beginselen, die tot dusverre ons richtsnoer waren, moet die toekomst eenmaal aanbreken. Mij zou het dan niet meer gegeven zijn, de vervulling mijner wenschen te aanschouwen; maar als troost kon ik de overtuiging medenemen dat de vervulling niet zou uitblijven.

METHODISCH ONDERZOEK DER KLEURSTELSELS VAN KLEURBLINDEN

DOOR

DR. VAN DER WEIJDE.

---

1. *Onderwerp.* In mijn eigen kleurblindheid vond ik aanleiding, om mij met het onderzoek dezer anomalie bezig te houden. Ik heb in de eerste plaats de verschillende methoden aangewend, die tot herkenning en onderscheiding der kleurblindheid zijn aanbevolen, vervolgens de spectraalkleuren en de relatieve lichtsterkten der verschillende golflengten onderzocht, en in de derde plaats de intensiteiten der beide energieën als functie der golflengten bepaald. Een en ander geschiedde onder leiding en voortdurende medewerking van Prof. Donders.

De methoden tot herkenning zullen wij slechts in het voorbijgaan aanroeren. Uitvoeriger zullen wij handelen over de relatieve lichtsterkten. Maar hoofdzaak is het beschrijven der werktuigen en der methoden, die ons de energieën van het dichromatisch stelsel als functie der golflengten leeren kennen. De in twee gevallen verkregen uitkomsten zullen daarbij worden medegedeeld.

Met de kennis der bedoelde krommen, verkregen bij

licht van bepaalde samenstelling en bepaalde intensiteit, is ieder geval gekarakteriseerd. Er blijft dan slechts over, de gevoeligheid voor licht en den graad van saturatie der fundamenteele kleuren te bepalen, in vergelijking met die van het normale oog en van andere gevallen van kleurblindheid. Hieromtrent zullen wij ons tot eenige opmerkingen bepalen.

2. *Bepaling der kleurblindheid.* De eerste nauwkeurige beschrijving der kleurverwarringen, waaraan sommigen zich schuldig maken, levert ons het bekende geval van Dalton. Dalton zocht de oorzaak zijner anomalie in absorptie der minst breekbare lichtstralen door de vochten van het oog. Maar al spoedig opperde Herschell de meening, dat de oorzaak in het ontbreken van één der sensaties zou bestaan en dus in de hersenen zou te zoeken zijn, en het bewijs hiervan werd geleverd door Maxwell en door Helmholtz. Beide vatten de kleuren op in den zin van energieën van Thomas Young, die ook zelf reeds het wezen der kleurblindheid in het bestaan van slechts twee energieën gezocht had.

Herschell had tot Dalton het verzoek gericht, zich eens nauwkeurig rekenschap te willen geven, of niet al zijne sensaties zich tot twee fundamenteele kleuren lieten terugbrengen. Maar het blijkt niet, dat Dalton daaraan gehoor gaf. In de analyse, later door den Engelschen ingenieur Dr. William Pole van zijn eigen geval gegeven, vond Herschell eerst wat hij zocht. Opmerkelijk genoeg, was ook een Nederlandsch ingenieur, de Heer Escher, die zich met Prof. Donders in verband stelde, zelfstandig tot de overtuiging gekomen, dat hij slechts twee kleuren onderscheidde, een blauwe en een contrastkleur van deze, door normale oogen groen, geel, oranje

of rood genoemd. Hij wist, dat hij uit twee kleurstoffen, benevens wit en zwart, alle kleuren kon samenstellen, dat tusschen deze voor hem slechts verschillen in saturatie en lichtsterkte bestonden, en ging, half bewust, daarmede te rade, bij het hooren en het bezigen der gewone nomenclatuur. — De twee energieën nu van den kleurblinde onderscheidde Prof. Donders als warme W en koele K.

3. *Opmerkingen over mijn kleursensaties.* Wat mij zelven betreft, ik herinner mij, als kind reeds moeielijk kleuren te hebben onderscheiden en mij in de gebruikelijke namen vaak vergist te hebben. Spoedig werd ik opmerkzaam, dat anderen gemakkelijk verschillen in kleur ontdekten, die voor mij nauwelijks merkbaar waren en dat ik veelal in twijfel was, of ik een kleur rood dan wel groen noemen zou. Dat wat anderen groen en rozerood noemden voor mij een kleurloos grijs kon zijn, was mij ook niet ontgaan. Later van kleurblindheid hoorend, begon ik te vermoeden, dat ik daarmeê behebt zijn zou. Ik meende echter zeer zeker drie kleuren te onderscheiden. Rood scheen mij een sensatie, die niet met geel en groen was gelijk te stellen, bepaaldelijk gold dit van intensief rood, als dat van klaprozen en van koperoxydule glas. Ook in het spectrum meende ik (behalve de neutrale) drie kleuren te zien en hield het rood bij de Fraunhofersche streep C voor een andere kleur als D en E. Het trof mij bijzonder, toen ik voor het eerst zag, dat in het helle spectrum van direct zonlicht de kleuren bij C, D en E aan elkander gelijk waren en van een bijzonder rood niets meer te zien was. Ik overtuigde mij nu ook gemakkelijk, door proeven met de draaischijf, vergelijkingen met het dubbel-spectroscoop en vermenging met wit in het ophthalmo-spectroscoop van Glan, dat rood zich slechts door

saturatie, niet door kleur, van de overige warme tonen onderscheidt, en thans stel ik het mij ook niet meer anders voor. Onder de warme tonen herken ik een krachtig helder geel, als zoodanig, omdat geen andere kleur die lichtsterkte met zóóveel verzadiging bereiken kan, en voorts het heldere gesatureerde rood, bijv. dat van klaprozen, door zijn schitterend aanzien. Bleeke tonen kunnen rood, oranje, geel of groen zijn: ik ontvang daarvan denzelfden indruk. En wat de koele tonen betreft, van groenachtig blauw tot en met violet, dáárin mis ik ten eenemale de differentiëele aanwijzingen, die de warme nog opleveren.

Iets belangrijks heb ik nog ten aanzien der neutralen op te merken. Aan drie kleuren van het normale oog is voor den kleurblinde het neutrale eigen: aan het grijs, neutraal voor een ieder, aan blauwgroen en aan een rozerood, voor den roodblinde tamelijk naar het oranje zweemende. In de strengen nu der gewone borduurwol weet ik de rozeroode van de beide anderen te onderscheiden. Ik zie er gelijktijdig rood en blauw, warm en koel in. Aanvankelijk was mij dit een raadsel. Waarom vermengen die kleuren zich niet tot neutraal, om dan alleen iets over te laten, hetzij van de warme, hetzij van de koele, indien een van beide domineert? De theorie van het dichromatische stelsel scheen het onverbiddelijk te eischen. Het bleek nu bij nader onderzoek, dat het blauwe aan de meest verlichte, het roode aan de beschaduwde gedeelten eigen was, die in de strengen als golfswijze strepen naast elkander liggen. En nu overtuigde ik mij verder, dat hetzelfde neutrale rozerood bij helder licht koel, bij zwak licht warm worden kan. Van borduurwol zocht ik bij gewoon daglicht de drie soorten van neutralen uit en vond nu, het licht verzwakkende, de grijze nog altijd grijs, de blauwgroene een weinig koel, de rozeroode zeer warm.

Later zullen wij zien, dat gelijke verschillen zich bijzonder sterk vertoonen in de vergelijkingen der enkelvoudige neutrale van het spectrum en der neutralen, uit een bepaalde warme en koele kleur samengesteld.

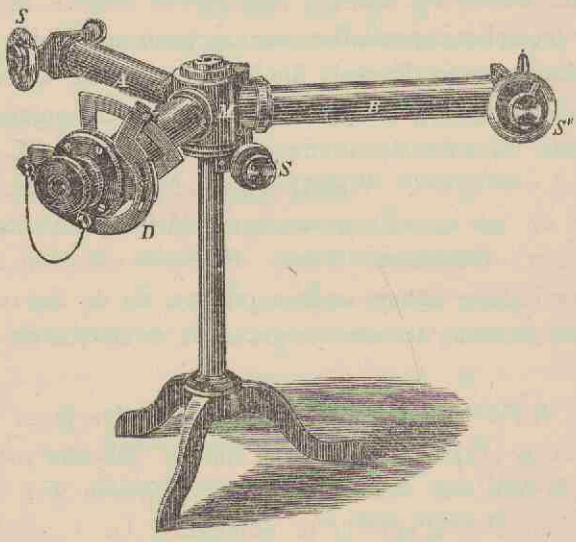
Door een rood glas of door een oplossing van fuchsine gezien, verkrijgt een minder verzadigd rood het schitterende aanzien, waarvan ik sprak. Dat geeft *den indruk van grootere lichtsterkte.* De Hoogleeraar Delboeuf, roodblind, evenals ik, kwam daardoor tot de onderstelling, dat de specifieke roode sensatie bij roodblinden werkelijk zou bestaan, maar door de bijkomende sensaties alléén onderdrukt zijn. Het bleek mij echter, dat die grootere lichtsterkte slechts schijnbaar is. Directe proeven leerden, dat iedere kleur, door fuchsine gezien, wanneer ook levendiger en schitterender, inderdaad licht-zwakker wordt. Roode letters op zwarten achtergrond worden door een fuchsine-oplossing minder ver herkend en kleine roode vlekjes op zwart fluweel, die ik nog op 5,5 M. kon onderscheiden, waren, door fuchsine gezien, in weerwil van grooter levendigheid in de nabijheid, op 4,5 M. reeds geheel verdwenen. Wat Delboeuf waarnam komt dus neer op het verzadigen van het rood door het uitsluiten der meer breekbare stralen. Hiermede schijnen zoowel de verklaring zijner verdere proeven als de theoretische beschouwingen, daaraan vastgeknoopt, te moeten vervallen.

4. *Rood- en groenblinden.* Sedert eenige jaren is het onderzoek van kleurblinden, om wel bekende redenen, aan de orde van den dag. In het algemeen had het ten doel de kleurblindheid te ontdekken en verschillende vormen van volkomen en onvolkomen kleurblindheid te herkennen. Zooals wij weten, had Seebeck twee klassen van kleurblinden onderscheiden, de eerste met

onverkort, de tweede met verkort spectrum, en in verband met de theorie van Young werden die der tweede klasse later *roodblinden*, die der eerste *groenblinden* genoemd. De bekende methode van Holmgren drukte op die onderscheiding het zegel. Zij leidde er toe, in den Heer Escher een typischen groenblinde, in mijzelven een typischen roodblinde te herkennen. Zooveel is zeker, dat, in betrekking tot groen, de Heer Escher het rood veel levendiger zag, dan ik. Dit bleek, onder anderen, bij de methode der gekleurde schaduwen en bij het zien naar het spectrum door een oplossing en beter nog door geslepen plaatjes van chroom-aluin-kristallen [1]).

Om het verschil nauwkeurig vast te stellen, bezigde Prof. Donders het *eenvoudige dubbelspectroscoop*, fig. 1.

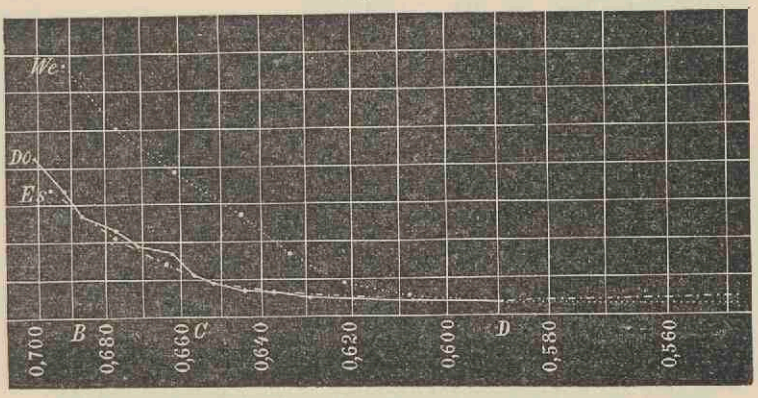
Fig. 1.



1) Donders. Aanteekeningen d. Sectie-vergaderingen v. h. Utrechtsch Genootschap. 1880. bl. 30.

In zijne verhandeling over de kleurstelsels [1]) beschrijft hij de gebezigde methode en geeft in fig. 2 een schematisch diagram der verkregene krommen, uit verschillende gevallen afgeleid. — In fig. 2 nu geven wij de werkelijke

Fig. 2.



krommen, zooals ze, in vergelijking met Prof. Donders (Do.), door Escher (Es.) en door mij (We.) naar de bedoelde methode direct verkregen werden, het dioptrisch spectrum als abscis en de spleetwijdten als ordinaten gebruikende, — met ordinaten dus omgekeerd evenredig aan de lichtsterkten. Men ziet, dat, in betrekking tot de lichtsterkte van D, die van C en B voor Es. nagenoeg met die voor normalen (Do.) gelijk staan, bij We. daarentegen twee- of driemaal geringer zijn, en dat daarentegen alléén voor We. de lichtsterkte naar E nog stijgende blijft. Het verdient opmerking, dat de op de krommen door dikkere stippen aangegeven bepalingen bij We. en Es. regelmatiger krommen geven, dan bij Do.: de oorzaak is blijkbaar deze, dat de verschillende golflengten bij Es. en We. slechts verschil van saturatie vertegenwoordigen,

1) Onderzoekingen. D. I bl. 1, Graefe's Archiv. B. XXVII. 1e Abth. S. 155, en Annales d'Oculistique. LXXVI. 1881.

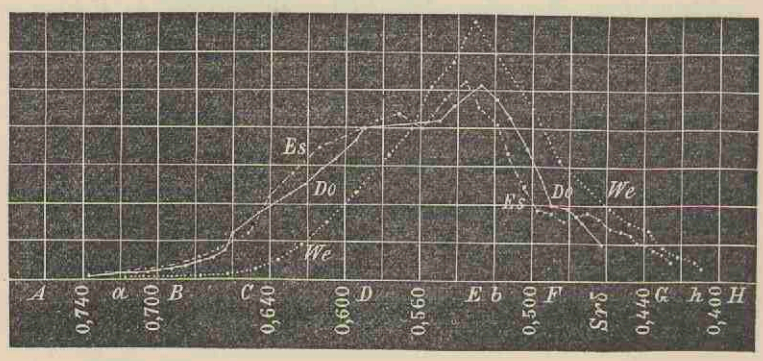
bij Do. ook verschil van kleur, ten gevolge waarvan over lichtsterkte minder nauwkeurig kan geoordeeld worden.

Voorts leerde ons onderzoek, dat voor andere kleurblinden der betrekkelijke lichtsterkten aan de warme zijde van het spectrum óf met Es. óf met We. nagenoeg gelijk stonden, en dat zich dus twee groepen lieten onderscheiden, tusschen welke overgangen wel niet ontbreken, maar toch schaarsch zijn.

Zonder daarmede iets te willen praejudiciëeren, werden op die groepen de geijkte termen van *groenblinden* Gb. en *roodblinden* Rb. toegepast.

5. *Lichtsterkte van het spectrum voor roodblinden, groenblinden en normale.* Wij hebben voorts zoowel voor het normale oog als voor kleurblinden *de relatieve lichtsterkte over het geheele spectrum bepaald*, daartoe insgelijks gebruik makende van het kleine dubbelspectroscoop. De methode is reeds beschreven in de verhandeling over kleurstelsels, waar op bl. 52 ook een schema der resultaten te vinden is. Fig. 3 geeft de uitkomsten, zooals ze be-

Fig. 3.



paaldelijk door de bovengenoemde personen (Do., Es. en We.) verkregen werden. Blijkbaar vormen de waarne-

mingspunten der beide kleurblinden Es. en We. weder veel regelmatiger krommen dan die van het normale oog. Uitgaande van N, hadden zij naar beide zijden slechts verschillen van saturatie, het normale oog verschil van kleur, waardoor zooals gezegd werd, de vergelijking der lichtsterkten wordt bemoeielijkt.

Boven, fig. 2, waren de ordinaten de spleetwijdten (Sw) zelven, en de lichtsterkten daaraan dus omgekeerd evenredig. Hier, fig. 3, zijn de ordinaten omgekeerd evenredig aan de spleetwijdten (als 1 : Sw) genomen en dus evenredig aan de lichtsterkten. Voorts werden zij van het dioptrisch op het interferentie-spectrum overgebracht, inderdaad, de eenige rationeele abscis, en wel, bij de vrij gelijke gevoeligheid van rood- en groenblinden voor het witte licht, met gelijke areas. [1])

Bij de reductie nu voor het interferentie-spectrum komen de maxima alle in het groen te liggen, in de nabijheid der Thallium-streep, en het hoogste reikt dat van den roodblinde. Overigens blijkt de lichtsterkte van den roodblinde, aan de roode zijde ver onder te doen voor die van het normale oog. Spreekt het verschil in fig. 3 sterker dan in fig. 2, zoo bedenke men, dat in fig. 2 de lichtsterkten in betrekking tot die van Fraunhofer D bepaald werden, waar ze bij den roodblinde ook reeds voor die van het normale oog onderdoet. De lichtsterkte van den groenblinde zien wij daarentegen aan de roode zijde zich boven die van het normale oog verheffen, en eerst nabij de Thallium-lijn daaronder dalen, om bij zijne neutrale, tusschen b en F, meer dan $\frac{1}{3}$ lager te worden en eerst in het blauw weêr daarboven te stijgen.

---

1) Bij de krommen van het dichromatisch stelsel komen wij op die reducties terug.

Ook met gaslicht werden door dezelfde personen de relatieve lichtsterkten over het geheele spectrum bepaald. De warme kleuren zijn daarin betrekkelijk sterker, de koele zwakker vertegenwoordigd. Bovendien kwam, in betrekking tot het normale oog, het overwicht der lichtsterkte aan de roode zijde bij den groenblinde veel sterker uit, om tegenover het groen tot ver in het blauw daarvoor onder te doen.

Gelijke resultaten verkregen Macé en Nicati [1]) naar een geheel andere methode. Zij vergeleken, namelijk, van de verschillende golflengten, bij normalen en kleurblinden, de hoeveelheid licht, waarbij gelijke gezichtsscherpte verkregen werd, en vonden, dat de roodblinden daartoe veel meer rood en minder groen, de groenblinde minder rood en veel meer groen behoeven. Bij soortgelijke proeven was alhier gebleken, dat de gezichtsscherpte bij verschillende kleuren geenszins beantwoordt aan de lichtsterkte, en dat bepaaldelijk bij geringe lichtsterkten de verhouding een geheel andere wordt. [2]) Daarom was voor de vergelijking der lichtsterkten van de verschillende spectraalkleuren, onderling, van die methode afgezien.

Maar wij hebben gronden, om aan te nemen (zie onzen laatsten §) dat voor de vergelijking derzelfde kleuren bij rood- en groenblinden dit bezwaar wegvalt, en de gevonden tegenstelling schijnt ons daarom alleszins vertrouwen te verdienen. Terecht doen Macé en Nicati uitkomen, dat met dit resultaat de „Theorie der Gegenfarben" zich niet verdraagt. Zoo had ook Prof. Donders reeds te Cambridge getuigd: „A slight notice of the degrees of

---

1) Comptes rendus de l'académie de Sciences. 11 Oct. et 27 Dec. 1880.

2) Verg. Donders, Aanteek. Prov. Utrechtsch genootschap 1880. bl. 32, en Brit. med. Journ. (Meeting Cambridge) 1880. p. 767.

saturation and intensity of the colours in the different parts of the spectrum would have prevented it."

6. *Bepaling van het verder onderzoek.* Ruim twintig jaren geleden, bepaalde Clerk Maxwell, in een geval van kleurblindheid, voor de verschillende gedeelten van het spectrum de hoeveelheden der samenwerkende energieën. Diens voorbeeld hebben wij te volgen. Bij kleurblinden, die niet meer dan twee energieën hebben, schijnt die bepaling geen bezwaar op te leveren. Wij hebben slechts twee componeerende kleuren te kiezen, een warme W en een koele K, beide tamelijk gesatureerd, en vergelijkingen te maken van de verschillende gedeelten van het spectrum met mengsels van die beide. Met voor die mengsels gevondene hoeveelheden zijn dan de ordinaten voor de beide energieën, alvast voor de tusschen K en W gelegen golflengten, gevonden. Het zal later blijken, hoe zij tot aan de beide grenzen van het spectrum zouden kunnen worden aangevuld. Dat de lichtsterkte op den vorm der krommen invloed heeft, is een bezwaar, waarop wij hier reeds met een woord meenen te moeten wijzen.

Tot het maken dier vergelijkingen worden nu drie spectra gevorderd: *één zelfstandig*, dat zich door het gezichtsveld bewegen kan en achtereenvolgens zijne verschillende kleuren in de oculair-spleet tot aanschouwing brengt, en *twee vaste*, die de twee elkander dekkende componenten leveren. Boven en beneden in de oculairspleet gezien, zijn ze nu met elkander vergelijkbaar.

7. *Grenzen van het zichtbare spectrum.* Alvorens tot die vergelijkingen over te gaan, bepalen wij de grenzen van het zichtbare spectrum en de ligging der neutrale lijn N. Een absolute bepaling der zichtbare grenzen is

nauwelijks, met de gewone spectroscopen zeker niet te bereiken. Bij zwak licht krimpen zij in en bij sterk licht breidt, ondanks alle voorzorgen, het diffuse licht zich tot buiten de grenzen van het zichtbare spectrum uit. Dit is vooral storend bij den roodblinde, op wien de weinig breekbare stralen een zeer zwakken indruk maken en die ze dus alleen bij wijde lichtspleet te zien krijgt. Hij is nu gehouden de grens aan te geven, waar het zichtbare diffuse licht ophoudt gekleurd te zijn, en krijgt het diffuse licht ver de overhand boven het zwakke gekleurde, dan wordt die grens onzeker. Met voordeel kan hij sommige metaalstrepen aanwenden, waarbij het diffuse licht genoegzaam is uitgesloten: zoodoende zag ik de lithiumstreep λ 0,670.5μ en onder gunstige omstandigheden zelfs de kaliumstreep λ 0.762μ zeer duidelijk, zoodat er van *absolute* verkorting wel geen sprake zijn kan. Overigens ook bij het gebruik van zonlicht kunnen de roodblinden de stoornis van het diffuse licht verminderen, door met een rood glas of fuchsine de niet roode stralen uit te sluiten. Wat er dan van het witte diffuse licht overblijft is enkel zeer breekbaar rood, waarvoor het oog zeer ongevoelig is, en het regelmatig gebroken rood, dat tot het spectrum behoort, komt daarbij weer beter uit. A en *a* krijgen zij op die wijze echter ook bij direct zonlicht niet duidelijk te zien.

Aan de violette zijde strekt zich het spectrum bij rood- en bij groenblinden even ver uit als voor het normale oog. Zonder moeite zien allen op jeugdigen leeftijd in het zonlicht H H zeer duidelijk. Aan deze zijde kan overigens, reeds wegens de fluorescentie, van een absolute bepaling der grenzen geen sprake zijn.

Voor ons doel nu is het voldoende, onder gelijke omstandigheden, zoowel bij sterk als zwak licht, vergelijkender wijze de grenzen door normale oogen en door kleur-

blinden te laten bepalen, waarbij uitgesloten wordt wat onder de gegeven omstandigheden beneden de „Schwelle" blijft. Men kan zich daarbij van het kleine dubbel spectroscoop bedienen, en wel van het spectrum der bewegelijke buis B, met aflezing in de as der oculairbuis (verg. kleurstelsels l. c.). Maar het spectrum der enkelvoudige bewegelijke spleet van den later te beschrijven toestel verdient de voorkeur: het mechanisme is meer betrouwbaar en de aflezing nauwkeuriger. Is, bij helderheid van het spectrum, het diffuse licht zichtbaar, zoo vertoont het zich evenzeer in het onderste gedeelte der oculairspleet, waaraan geen spectrum beantwoordt, en door vergelijking laat zich de grens van 't gekleurde licht in het bovenste gedeelte al vrij nauwkeurig aanwijzen; het geschiede bij direct zien. Voor de breedte der spleet is een correctie noodig, bedragende, vóor 0.5 mm., aan de roode zijde λ 0.015, aan de violette slechts λ 0.0025.

Een overzicht geven onderstaande bepalingen.

	Do. Normaal.	Kag. Normaal.	Wa. Normaal.	Es. Gb.	We. Rb.
Roode zijde.	0.710			0.705	0.653
	0.710				0.630
	0.735		0.732		0.675
			0.757		0.698
	0.703				0.637
	0.700				0.624
	0.687			0.687	
Violette zijde.	0.408	0.403			0.400
	0.415				0.406
	0.419			0.410	0.410
	0.414				0.410
	0.408.5				0.401

Zoodoende komen duidelijk verschillen te voorschijn. Do. doet aan de violette zijde voor We. en Es. onder, waarschijnlijk omdat bij hoogeren (63-jarigen) leeftijd, zijn lens geler en de gele vlek minder doorschijnend is: indirect ziet hij het licht veel verder, maar alleen grijs, niet paars. Reeksen van bepalingen, onder verschillende omstandigheden, bewezen, dat de waarschijnlijke fout ook bij weinig geoefenden klein is.

8. *De neutrale lijn N van het spectrum.* Om hare ligging te bepalen, kan men zich insgelijks bedienen van het kleine dubbelspectroscoop (fig. 1), de oculair-spleet voorbij het *vaste* spectrum bewegende. De voorkeur verdient hier echter ook het *bewegelijke* spectrum van het groote spectroscoop met vaste oculair-spleet, in verticale richting door de as der buis gaande. Aan de spleet geve men een breedte, waarbij aan de respectieve randen warm en koel even zichtbaar worden. Daarmede is dan de juiste ligging gevonden, die op minder dan 0.001 μ kan worden afgelezen. Nadert men langzaam tot N van de warme zijde, dan vindt men N te warm, van de koele zijde te koel: de verschillen liepen (in 10 reeksen van 5 drietallen van waarnemingen) gemiddeld tot + 0.005 en — 0.035 μ. Daarbij is contrast in het spel. Men vermijdt dit, door op de grens van W en K de spleet tamelijk snel heen en weer te bewegen.

De juiste ligging nu van N wijst tusschen rood- en groenblinden een constant verschil aan, kleiner evenwel, dan men zou hebben verwacht. In tal van waarnemingen, op verschillende tijden en onder verschillende omstandigheden, speelt N, bij roodblinden, tusschen λ 0.5063 en 0.4922, bij groenblinden tusschen λ 0.5217 en 0.4956. Onder gelijke omstandigheden, bij hetzelfde licht, bedraagt het tusschen v. d. Weijde en Escher niet meer dan 0.003 of 0.004.

Een onmiskenbaren invloed heeft de lichtsterkte.

Wanneer men bij 't verminderen van het daglicht voortgaat, N te bepalen, nadert men meer en meer tot de warme zijde. Zoo verkreeg ik achtereenvolgens λ 0.493, — 0.495, — 0.496, — 0.498, — 0.503.

Hierbij nu kan men zoowel aan veranderde *samenstelling* van het licht als aan veranderde *intensiteit* denken.

Dat de *intensiteit* in 't spel is, daarvan overtuigde ik mij bij het wijzigen der spleetwijdte van den collimator. Zoodoende werd gevonden:

Spleet in honderdsten van een millimeter.

	a nauw	*b* wijd	*c* nauw	*a'* 4	*b'* 50	*c'* 3
	29.6	28.7	29.1	29.8	28.8	29.6
	29.2	28.7	28.8	30.1	29.1	29 2
	29.1	28.8	28.8	29.7	28.8	29
	28.9	28.9	28.9	29.8	29	29.5
	29.1	28.8	29.3	29.9	28.8	29.3
	28.9	28.7	29	30	29	29.8
	29.2	28.7	29.2	29.8	28.9	29.8
	29.2	28.7	29.1	29.5	28.8	29.9
	29.3	28.7	28.8	30.1	28.8	29 9
	29.3	28.9	28.9	30	28.9	29.6
gem.	29.18	28.76	28.99	29.87	28.89	29.56
$\lambda =$	0 498	0.493	0.496	0.506	0.495	0.502

De gemiddelde fout dezer waarnemingen bedraagt:

Randverdeeling:	0.144	0.072	0.15,	0.15	0.09	0.248
In golflengte:	0.0015	0.0008	0.0015	0.0015	0.0009	0.0035

De invloed der intensiteit is $= \frac{a + c}{2} - b = \lambda\, 0.004$

$$= \frac{a' + c'}{2} - b' = \lambda\, 0.009.$$

Voorts blijkt bij het meer heldere licht der reeksen van *b* en *b'* de gemiddelde fout geringer te zijn dan in de overige.

In een reeks bepalingen met telkens afwisselende spleetwijdte kwam de invloed der lichtsterkte even duidelijk aan den dag.

Gelijk resultaat gaven ons de veranderingen der lichtsterkte door twee draaiende Nicols, terwijl instrument en lichtbron volkomen onveranderd bleven.

Maar ook de samenstelling van het licht heeft invloed op de ligging van N. In het gele gaslicht verplaatst N zich naar de warme zijde, — in betrekking tot daglicht 0.004 of meer. De oorzaak ligt dáárin, dat de kleur van zoodanig licht de maatstaf wordt van wit. Het kleurblinde oog wijst daarom als kleurloos ook de golflengte aan, die een gelijken indruk maakt als dat gele licht. En dat men spoedig dien maatstaf kiest, wordt daardoor bewezen, dat hetzelfde gaslicht, op het prisma teruggekaatst, in de oculair-spleet aan N gelijk is. Zoo gaat het met ieder gekleurd licht, waarin men verblijft. Wanneer op verschillende dagen de bepalingen van N uiteenloopen, zoo ligt de grond daarvan in de verschillen van samenstelling. Langs dezen weg zouden kleurblinde oogen het best over die verschillen kunnen oordeelen.

Het omgekeerde kan voorkomen, wanneer men, in het daglicht verkeerende, gekleurd licht, bijv. gaslicht, door de spleten van den collimator laat invallen. N is dan een weinig naar de koele zijde verschoven. Men had dit niet verwacht. Is het witte daglicht de maatstaf van N, waarom zou hier dan niet dezelfde golflengte als N worden bepaald? De reden is deze, dat diffuus licht in onze spectroscopen niet geheel te vermijden is. Verbreidt zich nu eenig warm licht over de neutrale, dan moet ze, om aan wit gelijk te zijn, iets naar de koele zijde verschoven worden. Dat

werkelijk het diffuse licht hier in 't spel is, blijkt uit proeven, waarin men het afwisselend meer en minder toelaat. Een kleine hoeveelheid blijft onmerkbaar.

Wat wij hier over den invloed der samenstelling van het licht mededeelden heeft geen betrekking tot dien der intensiteit. Deze laatste staat in verband met de sensatie. Bij toenemende intensiteit wordt, voor het normale oog, wit licht warmer, bij afnemende koeler. Hetzelfde nu geldt van de enkelvoudige neutrale, voor den kleurblinde. Terwijl hij in hetzelfde licht verblijft, wordt de neutrale in het spectrum bij sterker licht eenigszins warm, bij zwakker licht eenigszins koel, en om zich neutraal te vertoonen, moet ze dus in tegengestelde richting verschoven worden: naar de warme zijde bij zwakker, naar de koele zijde bij sterker licht.

Behalve de neutrale enkelvoudige N van het spectrum, heeft de kleurblinde zijne samengestelde Nc, uit twee of meer verschillende golflengten gevormd. Op deze kan, zooals uit het boven (bl. 4) medegedeelde blijkt, de invloed der intensiteit zich zeer sterk doen gevoelen. Wij komen daarop terug, nadat wij de vergelijkingen der mengsels van W en K met de enkelvoudige kleuren van het spectrum zullen hebben behandeld. Daar zal ook de „Farbenmesser" van Rose ter sprake komen, waarin twee samengestelde neutrale Nc = Nc' worden vergeleken.

9. *Vergelijking tusschen de enkelvoudige kleuren van het spectrum en de mengsels van* W en K. Ten behoeve dier vergelijking, worden, zooals wij zagen, gevorderd: één enkelvoudig verschuifbaar spectrum, twee vaste spectra, die de elkander dekkende componenten W en K leveren.

Hoe die te verkrijgen?

Het kleine dubbel-spectroscoop (zie fig. 1), dat ons vele goede diensten bewees, schiet hier te kort.

Evenmin beantwoordt het samengestelde ophthalmospectroscoop van Glan [1]) aan ons doel. Het heeft een collimator met twee spleten, een vaste en een bewegelijke, en van iedere spleet worden, door het inlasschen van een dubbelbrekend prisma, twee spectra verkregen, welker lichtsterkten zich door een Nicol laten regelen. Men kan nu een spectrum der bewegelijke spleet op een der onbewegelijke laten vallen en zoodoende alle kleuren in alle relatieve lichtsterkten vermengen; maar het enkelvoudige vergelijkingsspectrum ontbreekt. Voor welke doeleinden het bruikbaar is, hebben Prof. Donders [2]) en Dr. Glan [3]) zelf aangegeven. Wij hebben het slechts aangewend, om over verschil in saturatie te oordeelen, waarover later.

Ons doel werd bereikt met een spleet-toestel, die naar aanwijzing van Prof. Donders werd geconstrueerd. Hij heeft twee gekoppelde spleten, naast elkander, en een enkelvoudige, onder deze gelegen. Als dekstuk der collimatorbuis gebruikt, levert de enkelvoudige spleet het bewegelijke spectrum en de gekoppelde de twee spectra, die gelegenheid geven, alle kleuren in iedere proportie en bij iedere intensiteit te vermengen.

10. *Beschrijving van den spleet-toestel* [4]) *van* Donders. Hij bestaat uit twee stukken (zie de bijgevoegde *Plaat*):

I. Het onderstuk, met de enkelvoudige spleet.

II. Het bovenstuk, met de twee (gekoppelde) spleten.

De lijn *a a'* is de grens tusschen I en II.

---

1) Bericht über die wissenschaftliche Instrumente auf der Berl. Ausstellung 1879. S. 394. Berlin.

2) Kon. Akademie van Wetenschappen. Proces-verbaal der zitting van 26 Februari 1881.

3) Archiv für die gesammte Physiologie. B. XXIV. S. 307.

4) De teekening heeft Prof. Donders aan de goedheid van Prof. J. A. C. Oudemans te danken.

Elk stuk bestaat uit twee lagen, een achterlaag en een voorlaag. De achterlaag vormt een enkele plaat, waarop de leiders van de platen der voorlaag bevestigd zijn. Deze nu, op de afbeelding naar den beschouwer gekeerd, hebben wij nader te beschrijven. De beschrijving geldt dus de *voorlaag*. De achterste of grondlaag G is slechts voor een klein gedeelte ter zijde zichtbaar.

I. *Het onderstuk* heeft (als voorlaag) twee zijplaten, een rechter P_1 en een linker P_1', met breede insnijdingen D en D', bevattende elk een zwaluwstuk l_1 en l_1', waardoor de armen P_{1-} P_{1-} en P'_{1-} P'_{1-} der respectieve zijplaten zijn opgesloten. Tusschen de twee zijplaten blijft de spleet f_1 over.

Elk der zijplaten draagt een blokje b_1 en b_1', bestaande ieder uit een bovenplaat p' en een onderplaat $p\,p$, zijnde deze door de schroeven s_1 s_1 op P_1 en P_1' bevestigd.

Door de beide blokjes gaat een en dezelfde as A_1 A_1, in b_1 en b_1' voorzien met een schroefdraad van tegengestelde richting, loopende in b_1 rechts en in b_1' links.

Door de schroeven $s_2\,s_2$ is p' op pp bevestigd en wordt nauwkeurige sluiting der schroeven van A_1 A_1 in de moeren der blokjes verkregen.

Door draaien aan den gekartelden knop R_1, die met zijn conisch kanaal op de as A_1 A_1 sluit, bewegen zich de beide platen P_1 en P_1', en wel symmetrisch naar of van elkander, waarbij de spleet f_1 vernauwd, resp. verwijd wordt, zonder dat de middellijn der spleet van plaats verandert. De wijdte der spleet wordt, met een index op k, op de trommel T_1 in honderdsten van millimeters afgelezen. De trommel, die om de as A_1 A_1 draait, kan, als de spleet gesloten is, op nul worden gezet en door het schroefje s_3 bevestigd. De as A_1 A_1 wordt op hare plaats gehouden door hare kogelvormige verdikking k, die in eene kogelvormige holte van het stuk i opgesloten is.

Door den boog van Vierordt V kan, evenals in het ophthalmo-spectroscoop van Glan, het onderstuk I in zijn geheel, met de voorplaat *O O*, en dus ook de spleet f_1, over een uitgebreidheid van 16 mm., op de lijn *a a'*, voorbij het bovenstuk II worden heen en weer bewogen. De stand der spleet f_1 wordt daarbij op de randverdeeling V' afgelezen.

II. Het *bovenstuk* draagt de beide gekoppelde spleten f_2 en f_2'. Het bestaat uit een middelplaat *m m* en twee zijplaten P_2 en P_2'.

Het onderste gedeelte der middelplaat *m m* vormt de binnenranden der beide spleten. Het hoogere gedeelte draagt een blokje b_2 (gelijk aan b_1 van I), dat rechts en links slechts een smal randje van *m* zichtbaar laat, en het daarboven uitstekende breedere gedeelte van *m* zet zich voort in de armen *m- m'-*.

De twee zijplaten P_2 en P_2' strekken zich uit ter zijde van *m* en vormen de respectieve buitenranden der gekoppelde spleten. P_2 draagt een blokje b_2, gelijk aan b_2 der middelplaat, beide tot opneming der as A_2 A_2, die, evenals A_1 A_1 van I, met schroefdraden in tegengestelde richting gesneden is. Met P_2 is P_2' verbonden door een dikke verborgene stift S S', die bij S in de plaat P_2 is vastgeschroefd en waarop bij S' de plaat P_2' door de schroef s_4 met de hand is vastgezet.

De beide zijplaten P_2 en P_2' bewegen zich dus, bij het draaien aan den gekartelden knop R_2, als één geheel, en wel in tegengestelden zin als de middelplaat *m m*. Bij die beweging, vernauwt zich f_2 evenveel als f_2' zich verwijdt, en omgekeerd, blijft dus de som der beide spleten gelijk en wordt de ééne = die som, als de andere = nul, zonder plaatsverandering van de middellijnen der spleten.

De som der beide spleten kan men wijzigen, door de plaat P_2' over de stift S S' te verschuiven, hetgeen met de

hand aan den knop der schroef s_4 geschieden kan, als men deze voldoende heeft losgeschroefd.

Om die som juist te kennen, draait men R_2, tot f_2 geheel gesloten is, schuift P_2' tegen $m\,m$, waarbij ook f_2' gesloten wordt, en draait vervolgens R_2 in tegengestelden zin, tot de trommel de verlangde som aanwijst. Daarbij is dan $f_2 =$ die som en $f_2' =$ nul. In dezen stand schroeft men den knop s_4 weer vast en kan nu, draaiende aan den knop R_2, de verkregen som naar goedvinden over f_2 en f_2' verdeelen.

De onderlinge afstand der gekoppelde spleten wordt bepaald door de breedte der middelplaat m. Hoe breeder ze is, des te meer zijn de spectra over elkander verschoven. Zij is slechts door twee schroeven bevestigd en kan bij iedere reeks proeven door een andere vervangen worden.

Boven ligt de leider $l_2\,l_2$, waartegen de armen der middelplaat m- m'- zwaluwstaartsgewijs aansluiten; $l_{2''}\,l'_{2''}$, zijn de leiders voor de armen $P_{2\_}$ en $P'_{2\_}$ der zijplaten, terwijl $l_{2'}\,l'_{2'}$ voor beide platen dienen. Al die leiders zijn met schroeven op de grondlaag bevestigd.

De knopschroeven $s_5\,s_5$ op het bovenste gedeelte der middelplaat, zijn bestemd tot bevestiging van twee schuifjes (gelijk aan schuifje $x\,x\,x$ van het onderstuk), dienende tot geheele of gedeeltelijke bedekking van elk der spleten: de schuifjes zijn, om de achtergelegene deelen zichtbaar te maken, van de teekening weggelaten.

Eindelijk $r\,r$ is een smal reepje, door twee schroefjes $s_6\,s_6$ op de leiders $l_{2''}\,l'_{2''}$ der middelplaat vastgehecht, en dienende, om de spectra van de enkelvoudige en van de gekoppelde spleten te scheiden.

Het werktuig is gebleken in dezen vorm aan het doel

te beantwoorden. Men moet echter bijzonder acht geven op de aanwijzing der trommel, waarbij de spleten sluiten en zich van die sluiting met sterk licht verzekeren. Geringe, soms onbekende oorzaken kunnen daarin reeds een kleine wijziging teweegbrengen. Daarom moet men telkens het nulpunt der trommel controleeren, die, zooals men zal hebben begrepen, verschuifbaar is.

11. *Vrije gekoppelde spleten.* Een bezwaar blijft er over: het verwisselen der middelplaat, zoo dikwijls men den onderlingen afstand der gekoppelde spleten wil wijzigen. Het is des te grooter, omdat met de vaak gewenschte veranderingen van de som der spleetwijdten die afstand ook verandert. Bovendien is het voor de vergelijkingen der saturaties van verschillende golflengten wenschelijk, den onderlingen afstand der spleten gaandeweg te kunnen wijzigen.

Professor Donders werd daarom te rade, de gekoppelde zoo te laten inrichten, dat ze als vrije gekoppelde ieder afzonderlijk verschuifbaar zijn. De uitvoerige beschrijving dier inrichting laten wij achterwege. Om er zich een voorstelling van te maken, denke men zich de middelplaat *m m*, met een tusschenlaag, waarop ze rust, verticaal in het midden doorgesneden en gesamenlijk op een grondlaag gebracht, die de spleten vrijlaat. Men heeft dan twee middelplaten, zoo goed als twee zijplaten; en, evenals een van de zijplaten (verg. S S'), kan hier een van de middelplaten (en wel de linker) over een stift, die de helften verbindt, verschoven en met een schroef daarop bevestigd worden. Ter rechter zijde is de stift in de middelplaat vastgeschroefd.

Het indringen van licht tusschen de uiteenwijkende middelplaten is voorkomen door een zeer dun samenge-

vouwen plaatje, dat de middelplaten verbindt en zich bij het uiteenwijken van deze ontplooit.

Ieder der gekoppelde wordt nu door haar eigen sleutel (een gekartelden knop) bewogen, en met dezen op de verlangde golflengte gebracht. Daarbij maakt men gebruik van de aanwijzingen der enkelvoudige. Deze stelt men, namelijk, op de bedoelde golflengte, af te lezen op de randverdeeling V', en brengt de respectieve gekoppelde daarmede op één lijn, eerst de rechter, — daarna ook de linker, na eerst, op de wijze als boven bij de vaste beschreven werd, de som der spleetwijdten te hebben geregeld. Aan nauwkeurigheid laat die methode niets te wenschen over, vooral wanneer men het dekstuk van de buis neemt en de spleten naar het licht keert; want, had men de enkelvoudige op de Na-lijn gesteld, dan vertoont deze zich ook in het midden der gekoppelde.

Men forceert het instrument, wanneer men met den sleutel der eene of andere helft den onderlingen afstand der spleten wil veranderen, zonder de schroeven der stiften, die de beide helften verbinden, te hebben losgemaakt; en evenzeer, wanneer men de relatieve wijdten der spleten wil veranderen, terwijl zij- of middelplaat op de tusschenlaag bevestigd zijn.

Om zich voor dat forceeren te hoeden, is het geraden, de sleutels der beide helften er af te nemen, zoodra men de spleten op den gewenschten afstand gebracht heeft.

12. *Het spectroscoop en de spectra.* Beide spleet-toestellen kunnen als dekstuk met een gewoon spectroscoop verbonden worden. Uit het ophthalmo-spectroscoop van Glan verwijderden wij dubbelbrekend prisma en Nicol, voorzagen het met fijne verdeelingen en brachten eenige wijzigingen aan, waardoor het voor ons doel geschikt werd.

De collimator-buis is vast verbonden met de ronde centrale plaat, die het prisma draagt, en om het middelpunt dier plaat, die een randverdeeling heeft, draait de oculair-buis met nonius. Deze buis wordt nu zoo gericht, dat bij het bewegen der lichtspleet (wat met den boog van Vierordt geschiedt) het geheele spectrum, van A tot HH, in volle helderheid, horizontaal dwars door de as der oculair-buis wandelt en de verticaal daarop staande oculair-spleet passeert. Met de lichtspleet tegenover het midden der collimator-buis, ligt de Neutrale lijn van den kleurblinde $\lambda = 0.503\,\mu$ juist in het midden der oculair-spleet, ongeveer onder het minimum van afwijking.

De oculair-lens wordt zoo gesteld, dat men, met het oog vlak er voor, zonder bril, de randen der spleet scherp ziet, en in het vlak dier spleet brenge men, bij weggeschoven platen, nu ook het spectrum. Dit is bij verschillende combinaties der lengten van collimator- en oculair-buis te verkrijgen, waaruit men te kiezen heeft; maar men is streng gebonden aan de eens gedane keuze, omdat iedere verandering de grootte der spectra en daarmede de elkander dekkende golflengten wijzigt. De spectra der gekoppelde spleten liggen wel iets buiten het minimum van afwijking, maar de Fraunhofersche strepen zijn (van ieder afzonderlijk), tegelijk met die van het enkelvoudige, toch scherp genoeg te zien.

Randverdeeling op den boog. Om te bepalen, aan welke golflengten de randverdeeling van den boog van Vierordt beantwoordt, worden de cijfers afgelezen, waarbij de Fraunhofersche en andere bekende strepen zich in 't midden der oculair-spleet vertoonen. Zet men die cijfers als ordinaten af op een interferentie-spectrum en vereenigt men de uiteinden dier ordinaten door een kromme, dan geven, omgekeerd, de lengten der ordinaten de correspondeerende

golflengten op de as de rabscissen aan. Gemakshalve vereenigt men die op een tabel, die dan dienen kan, zoowel om de aanwijzingen van den boog in golflengten af te lezen, als om aan den boog den stand te geven voor iedere gewenschte golflengte. Dat wij daarvan gebruik maken, om ook de gekoppelde spleten op de gewenschte golflengte te stellen, hebben wij vroeger reeds gezien. Die gekoppelde moeten ons de componenten W en K leveren.

13. *Keuze en bepaling der componenten.* De grootste saturatie van W en K vinden wij nabij de uiteinden van het spectrum. Bovendien kunnen wij directe vergelijkingen alléén maken met de tusschen de componenten W en K gelegen kleuren van het enkelvoudige. Om beide redenen kiezen wij de componenten zoo dicht mogelijk nabij die uiteinden; maar de gevorderde lichtsterkte maakt, dat we met de koele toch niet verder kunnen dan G, met de warme niet verder dan D $^1/_2$ C voor roodblinden, C $^1/_2$ B voor groenblinden, en liefst nemen we bij vergelijkende bepalingen toch ook de warme voor beide gelijk. De gekozene W en K (waarvoor men donkere strepen vermijdt) worden achtereenvolgens met den boog van Vierordt overgebracht op de enkelvoudige spleet en van deze, op de bovenvermelde wijze, op de gekoppelde.

Inmiddels werd de som der spleetwijdten geregeld, naar gelang der helderheid van het beschikbare licht en der gevorderde scherpte, op 0.5 à 2 m.m.

Met het bepalen van de aanwijzing der trommel, waarbij elk der gekoppelde spleten zich sluit, is ook de som der spleten nog eens gecontroleerd.

14. *Waarneming en berekening der resultaten.* De spleten worden gericht op een gelijkmatig verlicht vlak, bijv.

kleurloos mat geslepen glas, door een groot stuk hemel verlicht, of een wit vlak, voortdurend door de zon beschenen, — beide niet veel grooter dan noodig is, om het maximum licht rechtstreeks op de lens der collimatorbuis te zenden. Het vertrek mag matig verlicht zijn; volslagen duisternis is overbodig, zelfs niet wenschelijk.

In de onderste helft der oculair-spleet liggen de componenten op elkander en kunnen door draaien aan R_2 in alle proporties gemengd worden. In de bovenste helft brengt men nu door draaiing aan den boog achtereenvolgens de tusschen W en K vervatte kleuren van het enkelvoudige spectrum. Door draaiing aan R_2 maakt men de kleuren gelijk, door draaiing aan R_1 de intensiteiten, en herhaalt een en ander tot kleur en intensiteit beide gelijk zijn. Daarmede is een bepaling gedaan.

Men heeft nu nog slechts de wijdte der enkelvoudige en die der beide gekoppelde spleten af te lezen.

Wenschelijk is het in het algemeen, de bepalingen gelijktijdig bij twee kleurblinden te verrichten. Ze doen dan afwisselend ieder een waarneming. Dit heeft het dubbele voordeel, dat zij niet vermoeid worden en elkanders vergelijkingen wederzijds beoordeelen. Bovendien zijn verschillende gevallen, strikt genomen, niet te vergelijken, tenzij de bepalingen bij hetzelfde licht geschied zijn.

In den regel gaan we eerst van W tot K, daarna van K tot W, en nemen de gemiddelden uit de twee bepalingen op dezelfde nummers van den boog van Vierordt. Bij geoefenden is een enkele reeks reeds voldoende. Fig. 4 wijst de resultaten aan, den 26 Juli 1881 door den heer Escher en mij in een enkele reeks verkregen. Om den gang van het onderzoek en de berekening der resultaten te leeren kennen, zal het voldoende zijn, een van beide uitvoeriger mede te deelen. Ik kies daartoe die van

Van Der Weijde, stelsel dichromatisch.

26 Juli 1881. Des voormiddags 10 ure. Spleten gericht op een mat geslepen wit glas, verlicht door een groot stuk ietwat somberen, maar vrij constanten hemel.

N op 18.29 = λ 0.4935 μ.

Gekoppelde W = λ 0.582; K = λ 0.431.6. Som van de wijdten der gekoppelden = 2 mm.

Enkelvoudige spleet.					Gekoppelde spleten.					
a. Volgnummer.	*b.* Randverdeeling Boog.	*c.* Golflengte λ =	*d.* Spleetwijdte in 0.01 mm.		*e.* Spleet-wijdten in 0.01 mm. gevonden. W λ=0.582	*f.* K λ=0.4316	*g.* ber. op *d.*=20. W	*h.* K	*i.* Reductie voor interf.-spectr. W	*j.* K
1	12	0.582μ	200	=	200	0	20	0	14.3	0
2	13	0.572	151.5		200.5	0	26.46	0	20.1	0
3	14	0.557	126		197	3.5	31.28	0.56	26.3	0.5
4	15	0.541	115		195	5.5	33.92	0.96	31.2	0.9
5	16	0.523	119		178.2	22.3	30	3.74	30.6	3.8
6	17	0.509	147		158.5	42	21.56	5.72	24.4	6.5
7	18	0.498	207		131.5	69	12.7	6.66	15 5	8.1
8	19	0.485	203		82.5	117.5	8.22	11.64	11.1	15.7
9	20	0.476	177		38.5	162	4.36	18.3	6.3	26.4
10	21	0.467	142.5		21.5	179	3.02	25.12	4.6	38.4
11	22	0.459	124		13.5	187	2.18	30.16	3.5	48 6
12	23	0.449	144		3.5	197	0.48	27.36	0.8	47.6
13	24	0.4405	156		0	200.5	0	25.7	0	48.8
14	25	0.4316	200		0	200.5	0	20	0	41.6
15	27	0.417	200			81.5	0	8.16	0	19.3
16	29	0.407	200			38	0	3.8	0	9.7
17	30	0.402	200			14.8	0	1.48	0	3.9
18	11	0.617	200		68		6.8	0		
19	9	0.670	200		8		0.86	0		
20	8	0.702	Alle licht verdwenen.							

Een korte toelichting zal voldoende zijn. De kolommen *a*, *b*, *c*, *d*, behoorende tot de enkelvoudige spleet, geven de eene zijde der vergelijking: de golflengte c, namelijk, en de spleet-wijdte Sw = *d*. De kolommen *e* en *f* der gekoppelde spleten geven de andere zijde der vergelijking. — N°. 1 is niets meer dan het uitgangspunt: $\lambda = 0.582\ \mu$ en W de warme componente, waaraan W der gekoppelde beantwoordt, beide natuurlijk met gelijke spleetwijdten van 200. N°. 2, met $\lambda = 0.572$, is blijkbaar al veel lichtsterker; want de spleetwijdten zijn = 151.5: 200.5. Allengs zien we nu K toe- en W afnemen, en vinden bij 14, met $\lambda = 0.4316$, alle W verdwenen en daarmede K = 200. — Hiermede zijn de vergelijkingen gemaakt voor de tusschen W en K gelegen kleuren. Wij onderzoeken nu nog verder de lichtsterkten, in 15, 16 en 17, en 18 en 19, resp. links van W en rechts van K, welke tonen nauwelijks van W en K verschillen.

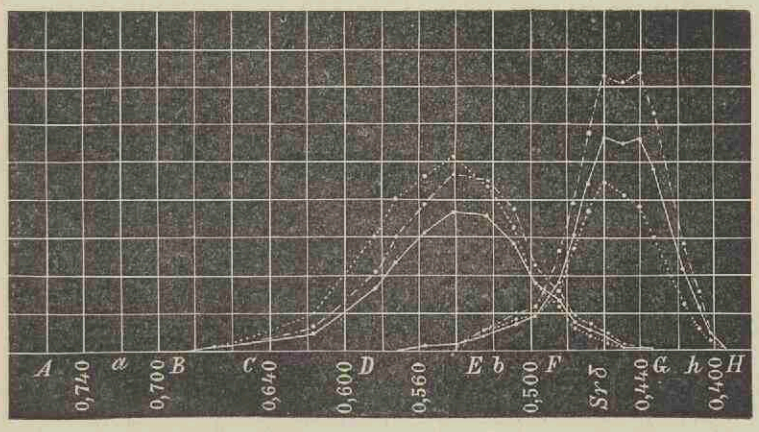
De cijfers van W en K zijn nu op gelijke spleetwijdten van *d* gereduceerd, en wel op 20 (zie *g. h.*), waarbij de getallen, als ordinaten, de gewenschte lengten vertegenwoordigen. Eindelijk zijn deze onder *i.* en *j.* gereduceerd voor het interferentie-spectrum.

15. *De resultaten, in krommen gebracht.* Fig. 4 vertoont nu de intensiteiten in krommen, boven een interferentie-spectrum als abscis. De gestippelde heeft de cijfers van *g* en *h* als ordinaten, dus die van het dioptrische spectrum.

In overeenstemming met de abscis, moeten deze intensiteiten tot die van het interferentie-spectrum worden teruggebracht. Om daarvoor de noodige gegevens te hebben, zijn de onderlinge afstanden der voornaamste Fraunhofersche strepen van ons spectroscoop, onder minimale afwijking,

in 't midden der oculair-buis met een bewegelijk diaphragma gemeten. De afstanden, als ordinaten op een interferentie-spectrum afgezet, blijken nu voor gelijke verschillen in golflengte des te meer te stijgen, hoe kleiner de golflengten. Die stijgingen worden nu, op hare beurt, op een interferentie-spectrum afgezet, — die van λ 0.740 tot λ 0.700 op λ 0.720; die van λ 0.700 tot λ 0.660 op λ 0.680 enz. — en door een kromme vereenigd, en de ordinaten dezer kromme geven nu voor elke golflengte de coëfficienten voor de gewenschte reductie der intensiteiten. De reductie bestaat eenvoudig dáárin, dat het verschil van breedte van de elementen op ieder punt der kromme door wijziging der hoogte wordt gecompenseerd. Ze is op fig. 4 als —·—·— voorgesteld.

Fig. 4.



16. *Krommen met gelijke areas, onderling vergelijkbaar.* Voor W en voor K, ieder op zich zelf, zijn hiermede de intensiteits-krommen gevonden. Maar onderling vergelijkbaar zijn ze niet. De areas vertegenwoordigen elkander neutraliseerende hoeveelheden van *willekeurig gekozene* W en K. De verhouding der areas hangt dus af van

de lichtsterkten en de saturatie-graden der gekozen componenten, d. i. van hunne kleur-waarden. Is K constant, dan dalen de ordinaten van W met het stijgen zijner lichtsterkte en saturatie, en omgekeerd. De lichtsterkte is het vooral, die hier haren invloed doet gevoelen. Om tot het maximum der saturatie te naderen, kiezen we W en K niet ver van de uiteinden van het spectrum, en hier geven kleine verschillen in de keuze groote verschillen in intensiteit, nauwelijks verschil in saturatie. En dit laatste verwaarloozende, kunnen wij zeggen, dat in onze bepalingen de ordinaten grooter worden met het dalen der intensiteit, — voor W dus met het toenemen, voor K met het afnemen der golflengte.

Voor rood- en groen-blinden valt nu ook de verhouding der areas tot elkander zeer verschillend uit. Omstreeks D, en vooral links van D, wordt de intensiteit voor den roodblinde reeds zeer gering, en terwijl wij hier onze warme moeten kiezen, om er een van gesatureerde kleur te hebben, valt de area van W bij den roodblinde altijd betrekkelijk zeer groot uit. Op zich zelve is die uitkomst niet onbelangrijk. Bij K van constante golflengte kan men de krommen opzoeken met W van verschillende golflengten, en hieruit een aanwijzing putten voor de valentie dier verschillende golflengten, in lichtsterkte × saturatie. En wanneer we in al onze bepalingen dezelfde golflengten van K en W bezigen, is de verhouding der areas al dadelijk kenmerkend voor den aard der kleurblindheid. Maar noch het eene, noch het andere hebben wij hier op het oog. Wat we verlangen is: ze met elkander en die van verschillende personen onderling gemakkelijk te kunnen vergelijken, en daartoe is het wenschelijk, ze beide, voor alle personen, tot gelijke areas terug te brengen. Daarmede

vertegenwoordigen gelijke ordinaten van W en K overal gelijke saturatie of neutraliseerend vermogen. Bij gebrek aan een planimeter, hebben wij de areas in bladtin uitgesneden, gewogen en door wijziging der ordinaten tot gelijk gewicht teruggebracht. Aldus komen de areas op fig. 4 voor, door de getrokken lijnen begrensd.

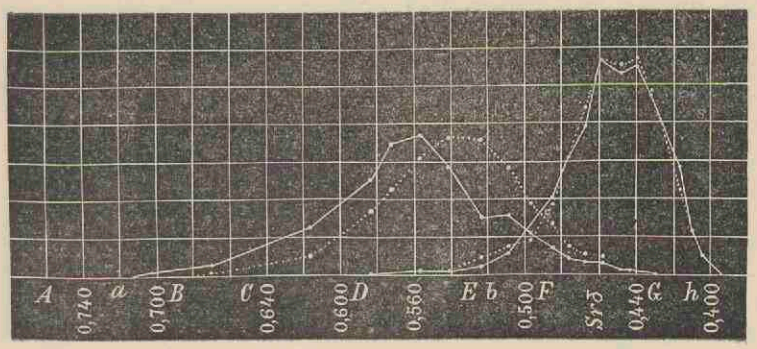
Bij gelijke areas nu moet de neutrale lijn N gelegen zijn, waar de beide krommen elkander overkruisen. Zij beantwoordt, namelijk, aan de golflengte, die de beide energieën in dezelfde verhouding wekt als het totale zonlicht, en dus waar de elementen der beide energieën evenredig zijn aan de energieën zelve,

$$\frac{d\,W}{W} = \frac{d\,K}{K}$$

dat is, bij gelijke areas, waar de ordinaten even lang zijn. In fig. 4 valt de kruising op $\lambda = 0.490$, wat weinig afwijkt van het directe resultaat van waarneming $\lambda = 0.487$.

Gelijke berekeningen en reducties werden gemaakt van de gelijktijdige waarnemingen van den heer Escher (Gb.), genomen met dezelfde componenten W en K, en de uitkomsten, met gelijke areas, hebben wij met die van van der Weijde vereenigd op fig. 5. In dezen vorm nu zijn ze geheel vergelijkbaar.

Fig. 5.



Bij vergelijking valt nu terstond in het oog, dat bij den groenblinde de kromme van W meer naar de roode zijde van het spectrum is verschoven. De intensiteiten dezer energie zijn, voor de beide personen, bij C als 1 : 5, bij D als 10 : 15, bij E als 18 : 8, bij F als 7.5 : 4. Ten aanzien van die der koele is het verschil blijkbaar veel geringer: alleen stijgt deze bij den roodblinde vroeger en zijn bij *b* van Fraunhofer de respect. intensiteiten = 2,4 : 4.2.

Zoo liggen de krommen van W en K bij den groenblinde meer uit elkander dan bij den roodblinde, en daarmede staat in verband, dat N bij den laatste veel lichtsterker is dan bij den eerste. Ook komt N bij den groenblinde iets meer naar *b* te liggen, in het geval van Es op λ 0.501, dat is ongeveer waar N door directe waarneming gevonden was.

17. *Betrekkelijke lichtsterkten der areas van* W *en* K. Bij de reductie tot interferentie-spectrum en tot gelijke areas, vertegenwoordigen gelijke ordinaten gelijke kleurwaarden. Maar van de lichtsterkten geldt dat in geenen deele. Die van K is veel geringer dan die van W, en bovendien is die betrekking bij Escher eene andere als bij v. d. Weijde.

Om die betrekking ongeveer te kennen, werden vergelijkingen gemaakt van de intensiteiten der beide componenten, de eene genomen van de enkelvoudige, de andere van een der gekoppelde. Uit de spleetwijdten nu volgde:

Voor v. d. Weijde, W : K = 17 : 1
„ Escher, W : K = 35.5 : 1

Gereduceerd op het interferentie-spectrum worden deze vergelijkingen:

Voor We., W : K = 5.84 : 1
„ Es., W : K = 12.2 : 1

Om ze nu verder op gelijke areas te reduceeren, raadplegen wij fig. 5. Hier vinden wij, op λ 0.582 en λ 0.432, de ordinaten resp. van W en K, en bij meting blijkt, dat *hare lengten*, na de bedoelde reductie, zich verhouden,

voor We., = 1 : 2.85
„ Es., = 1 : 1.81

Voor *gelijke lengten* (alzoo ook voor de areas) wordt dus de verhouding:

voor We., $i : i' = 5.84 \times 2.85 : 1 = 14.9 : 1$
„ Es., $= 12.2 \times 1.81 : 1 = 22.1 : 1$

Deze cijfers wijzen bij gelijke areas de verhouding der licht-intensiteiten aan, waarbij W en K elkander verzadigen.

Van die cijfers gebruik makende, zou men over het geheele spectrum de lichtsterkten der beide energieën kunnen samentellen, en zoodoende, op indirecte wijze, de krommen der lichtsterkten verkrijgen, die wel de voorkeur zouden kunnen verdienen boven de rechtstreeks verkregene (fig. 5). Bij vergelijking is ons gebleken, dat die van Es. nog al aanzienlijk van elkander afwijken. Bij v. d. W. is alleen aan de koele zijde van het spectrum de lichtsterkte der indirect verkregene wat grooter.

18. *De relatieve saturatie van* W en K. Eerst nabij de grenzen van het spectrum krijgen, zooals wij zagen, W en K hun maximum van saturatie. Maar als componenten kunnen wij hiervan geen gebruik maken, omdat ze geen voldoende lichtsterkten hebben. Wij bepaalden onze keuze tot W van λ 0.582 en tot K van λ 0.4316, die uit beide oogpunten schenen te voldoen. Bij λ 0.4316 wordt nu W = nul en bij λ 0.582, omgekeerd, K = nul. De krommen geven daardoor den schijn, alsof van de

genoemde golflengten tot de respectieve uiteinden van het spectrum slechts ééne energie werkzaam ware en de saturatiegraden dus verder onveranderd bleven. Dit is echter niet alzoo: de saturatie-graden blijven stijgende, die aan de roode zijde misschien tot aan het uiteinde. Voor onzen groenblinde Es. was voorbij D die stijging echter zwak. Dikwijls noemde hij, bij directe vergelijking, de saturatiegraden gelijk, zelden zag hij een duidelijk verschil en hij vergiste zich zelfs wel een enkele maal, de minder breekbare meer gesatureerd noemende. Bij mij daarentegen, als roodblinde, sprong het verschil duidelijk in het oog, in die mate zelfs, zooals reeds gezegd werd, dat ik aanvankelijk in spectraal rood en spectraal geel twee verschillende kleuren meende te herkennen.

Tot nadere vergelijking werd het ophthalmo-spectroscoop van Glan gebezigd. Behalve den boven (bl. 18) beschreven collimator, draagt het een bijzondere buis, waarlangs men wit licht kan laten invallen en door twee Nicols naar goedvinden kan temperen. Terwijl nu in de oculairspleet twee kleuren (van twee spectra), de eene boven de andere, zichtbaar waren, bijvoorbeeld D en C, kon ik, door het witte licht op C te richten, beide op gelijke saturatie brengen en, de lichthoeveelheid der spectrale kleur wijzigende, ook op gelijke intensiteit. Daarmede stonden de kleuren volkomen gelijk en kwam dus overtuigend aan den dag, dat van een specifiek kleurverschil tusschen D en C bij mij geen sprake zijn kon. De scherpste uitkomst verkreeg ik, door óf iets te veel óf iets te weinig licht, totdat het even merkbaar werd, op de meest gesatureerde te werpen en uit de daartoe gevorderde hoeveelheden de gemiddelde te nemen.

Om twijfelachtige verschillen van saturatie zichtbaar te

maken, onderzochten wij ook, welke der beide kleuren de kleinste hoeveelheid wit licht behoefde, om stellig minder gesatureerd te zijn dan de andere.

Het algemeene resultaat kwam daarop neer, dat bij λ 0.608 reeds bijna, maar bij λ 0.630 het maximum toch nog niet volkomen bereikt was. Voor minder breekbaar licht was bij mij, zonder al te wijde spleet, de lichtsterkte te gering, om een zeker oordeel te vellen.

Aan de koele zijde lag, bij helder licht, het maximum op λ 0.420. Gingen wij nog verder in het violet tot 0.408 en 0.402, dan nam de saturatie weer een weinig af.

De toenemende saturatie buiten de grenzen van W en K was nu gebleken. Maar om de relatieve saturatiegraden van W (= λ 0.582) en K (= λ 0.4316) te kunnen berekenen, hadden wij ook quantitatieve bepalingen noodig. Deze gaven nu vergelijkingen van den vorm:

$$p\ (\lambda > W) + q\ K = r\ W$$

$$\text{of}\quad p\ (\lambda < K) + q\ W = r\ K$$

De golflengten van de linkerzijde der vergelijking verkregen wij met de gekoppelde spleten, die der rechterzijde met de enkelvoudige.

Zie hier de uitkomsten:

v. d. W. Daglicht. Warme zijde.

$$90\ \lambda\ 0.600 + 5.1\ K = 53\ W$$
$$90.8\ \lambda\ 0.620 + 4.3\ K = 29.5\ W$$
$$89.1\ \lambda\ 0.640 + 6\ K = 16\ W$$

Berekend voor 100 W bevatten:

λ	0.582	0.600	0.620	0.640
K	0	10	15	38

Om de hoogere golflengten bij betrekkelijk grootere lichtsterkte waar te nemen, maakten wij ook bepalingen met *gaslicht:*

54.7 λ 0.600 + 39.8 K = 40.8 W
65.2 λ 0.620 + 29.3 K = 25.8 W
67.1 λ 0.630 + 27.4 K = 17.7 W
79 λ 0.640 + 15.5 K = 7.7 W

Op 100 W bevatten:

λ	0.582	0.600	0.620	0.630	0.640
K	0	97.5	113.6	154.9	201.3

De hooge cijfers van K op 100 W zijn toe te schrijven aan de geringe lichtsterkte van K, in gaslicht.

v. d. W. Daglicht. Koele zijde. W, door een grijs glas op $\frac{1}{10}$ gereduceerd.

100.7 λ 0.420 + 9.3 W = 73.2 K
104.2 λ 0.410 + 5.8 W = 38.7 K
106.8 λ 0.400 + 3.2 W = 5 K

Berekend voor 100 K, bevatten:

λ	0.4316	0.420	0.410	0.400
W	0	12.9	15	64

Zoowel aan de warme als aan de koele zijden werden, bij een andere gelegenheid, door Escher en van der Weijde vergelijkingen gemaakt. Wij vonden:

Zwak daglicht. Warme zijde.

We. 196 λ 0.657 + 4.5 K = 6 W
Es. 196 λ 0.657 + 4.5 K = 34.5 W

Op 100 W bevat λ 0.657:

bij We. K 75
Es. K 13

Veel minder verschil dus in saturatie tusschen λ 0.657 en λ 0.582 bij den groenblinde dan bij den roodblinde.

Helder gaslicht. Koele zijde

We. 195 λ 0.408 + 5 W = 118.5 K
Es. 192 λ 0.408 + 8 W = 105 K

Op 100 K bevat λ 0.408:

bij We. W 4

Es. W 8

De vergelijking aan den warmen kant werd bij gaslicht niet gemaakt, omdat Es. verklaarde bij grooter golflengte dan W geen grootere saturatie te zien.

In het algemeen bevestigen deze uitkomsten, wat met het ophthalmo-spectroscoop van Glan gevonden werd. Wijzen de cijfers voor λ 0.400 een hoogeren en wel een veel hoogeren verzadigingsgraad aan dan die van λ 0.410, zoo moge dit aan de zeer geringe lichtsterkte der vergelijking (zij bedroeg niet meer dan 5 K) worden toegeschreven.

19. *Berekening der saturatie.* Wij hebben boven gezien, dat de neutrale N ligt, waar

$$\frac{d\,W}{W} = \frac{d\,K}{K}$$

Bij gelijke areas, W = K, moet dus N komen te liggen waar

$$d\,W = d\,K$$

d. i., waar, met gelijke ordinaten, de krommen elkander snijden. Op dit punt neutraliseeren elkander de beide tegengestelde of complementaire kleuren, als aequivalenten, en de saturatie wordt dus nul, daar $d\,W - d\,K = 0$.

Wij kunnen nu ook voor andere golflengten den saturatiegraad uit onze krommen afleiden.

Saturatiegraden zijn de kleurwaarden, gedeeld door de lichtintensiteiten.

Waar slechts één onzer componenten werkzaam is, bij W = λ 0.582 en bij K = λ 0.4316, hebben wij dus

$$Sw = \frac{d\,W}{i\,d\,W} = \frac{1}{i} \text{ en } Sk = \frac{d\,K}{i'\,d\,K} = \frac{1}{i'}$$

Waar beide componenten werkzaam zijn, kan de warme energie domineeren, $d\,\mathrm{W} > d\,\mathrm{K}$, of de koele, $d\,\mathrm{K} > d\,\mathrm{W}$.

In het eerste geval nu is de formule

$$\mathrm{Sw} = \frac{d\,\mathrm{W} - d\,\mathrm{K}}{i\,d\,\mathrm{W} + i'\,d\,\mathrm{K}}$$

In het tweede

$$\mathrm{Sk} = \frac{d\,\mathrm{K} - d\,\mathrm{W}}{i'\,d\,\mathrm{K} + i\,d\,\mathrm{W}}$$

Boven (bl. 33) vonden wij, dat voor van der Weijde, bij gelijke areas, en dus ook voor gelijke ordinaten, $i : i'$ ongeveer $= 15 : 1$.

De formules, *voor ééne componente*, worden dus:

$$\mathrm{Sw} = \frac{d\,\mathrm{W}}{15\,d\,\mathrm{W}} = {}^1/_{15} \quad \text{en } \mathrm{Sk} = \frac{d\,\mathrm{W}}{d\,\mathrm{W}} = 1.$$

Voor *de beide componenten*

$$\mathrm{Sw} = \frac{d\,\mathrm{W} - d\,\mathrm{K}}{15\,d\,\mathrm{W} + d\,\mathrm{K}} \quad \text{en}$$

$$\mathrm{Sk} = \frac{d\,\mathrm{K} - d\,\mathrm{W}}{d\,\mathrm{K} + 15\,d\,\mathrm{W}}$$

In cijfers, vinden wij op λ 0.510 (fig. 5) $d\,\mathrm{W} = 28$, $d\,\mathrm{K} = 7$.

Dus

$$\mathrm{Sw} = \frac{28 - 7}{420 + 7} = \frac{21}{427} = \frac{1}{20}$$

Op λ 0.490 is $d\,\mathrm{K} = 25$, $d\,\mathrm{W} = 9$

en

$$\mathrm{Sk} = \frac{25 - 9}{25 + 135} = \frac{16}{160} = \frac{1}{10}.$$

Wij hebben ons hier veroorloofd, de licht-intensiteiten der complementaire kleuren W en K eenvoudig te addeeren en te substraheeren. De „Theorie der Gegenfarben"

behoefde ons daarvan niet terug te houden. Wij lezen bij Prof. Donders [1]): „Two complementary spectrumcolours s and s' pass through two slits, illuminating the fundus of a dark-chamber: I found, if $s = s'$, also $\frac{s + s'}{2} = s = s'$." [2]) En Bruecke [3]) kwam voor gekleurde papieren tot hetzelfde resultaat. Dit alleen houde men in het oog, dat W en K, in onze formules, geenszins sensaties s vertegenwoordigen, maar lichthoeveelheden of intensiteiten i. Dit geldt ook van W : K, als gevonden uit de spleetwijdten, waarbij de intensiteiten gelijk waren. Van sensaties zou men niet eenvoudig de som en het verschil mogen nemen. Immers, waar zij eene arithmetische reeks volgen, vertoonen de licht-intensiteiten ongeveer eene geometrische. Zoo althans vond Delboeuf [4]), onafhankelijk van alle theorie, bij het uitzoeken van overgangen, met gelijke contrasten, van wit tot zwart, — waarmede de overgangen van wit tot een gesatureerde kleur wel te vergelijken zijn. Men heeft zich de correspondeerende sensaties der gevondene waarden dus ook als de logarithmen dezer laatste te denken.

20. *Berekening van de maxima van saturatie, en reductie der krommen op die maxima.* Wij hadden ons voorgesteld uit de vergelijkingen, in § 17 medegedeeld, de maxima

---

1) l. c. Cambridge. 1880.

2) De bijzonderheden der onderzoekingen, waarvan hier de uitkomst is vermeld, zullen nader worden medegedeeld.

3) Ueber einige Consequenzen etc. Ber. der K. Akad. der Wissensch. III Abth. 1881. S. 441.

4) Delboeuf. Etude psychologique. Recherches théoriques et expérimentales sur la mésure des sensations et spécialement des sensations de lumière et de fatigue. Bruxelles. 1873.

van saturatie S en S' te berekenen en de krommen van W en K tot die maxima te reduceeren.

Uit de proeven, met het ophthalmo-spectroscoop van Glan genomen, was gebleken, dat bij λ 0.630 het maximum bijna bereikt was: bij λ 0.640 mochten wij het dus wel bereikt achten.

In de vergelijkingen, bij daglicht door den roodblinde (We) genomen, komt voor, dat, om λ 0.640 gelijk W te maken, voor 100 W, 38 K moeten worden toegevoegd.

Voorts was gezien, dat de neutrale N uit K + 2 W wordt gevormd. Iedere K vertegenwoordigt dus als kleurwaarde 2 W, en 38 K wordt dus 76.

Zoo zouden 100 W niet minder dan 76 K bevatten, en iedere ordinaat van W zou moeten gesplitst worden in K 76 en (W 100 — 76 : 15 =) 95 W. Die uitkomst scheen bijna ongerijmd. Voor den groenblinde zou de reductie geen bezwaar hebben opgeleverd. Voor dezen toch vonden wij in één der vergelijkingen voor 100 W slechts 14 K bij λ 0.658, waarmede zeker de volle saturatie bereikt was, en voor de drie energieën van het normale oog heeft Prof. Donders de reductie reeds toegepast. Maar voor den roodblinde was er niet aan te denken, en wij hebben ze dus evenmin voor den groenblinde gemaakt, wiens kromme wij met die van den roodblinde hadden te vergelijken. Onze krommen geven dus slechts aan, uit welke hoeveelheden W en K, bij de hun toekomende saturatiegraden, de tusschengelegene enkelvoudige kleuren gevormd worden.

Het lag voor de hand, de vreemde uitkomsten bij den roodblinde aan de geringe lichtsterkte der weinig breekbare stralen toe te schrijven, waarbij de vergelijkingen moesten plaats hebben. Die geringe lichtsterkte was uit de vergelijkingen gebleken. Voor de spleetwijdte van 90 λ 0.600 en

van 5.1 K kregen we voor W nog een spleetwijdte van 53; maar bij de vergelijking van 89.1 λ 0.640 + 6 K zien wij ze op 16 teruggebracht.

Om nu te zien, of onze onderstelling juist was, maakten wij, bij verschillende lichtsterkten, vergelijkingen van dezelfde gemengde (en wel van een der bovenstaande) met W, namelijk van

$$\lambda\ 0.620 + K = W.$$

Het verschil van lichtsterkte werd verkregen door twee groote draaiende Nicols, bij 90° en 25° (hoeveelheden = 1 : 0.18), onmiddellijk voor de spleten van den collimator geplaatst; en de relatieve veranderingen ten aanzien van saturatie en intensiteit werden dus waargenomen bij volkomen evenredige wijziging der lichthoeveelheden, zonder meer.

Wij constateerden nu al aanstonds, dat, in de bij zwak licht gemaakte vergelijking, onder sterk licht, de enkelvoudige W, zoowel in saturatie als intensiteit, de gemengde (λ 0.620 + K) ver overtrof en in saturatie bleef overtreffen, wanneer door vernauwing der enkelvoudige spleet de intensiteiten waren gelijk gemaakt; terwijl, omgekeerd, in de bij sterk licht gemaakte vergelijking, bij lichtverzwakking, de gemengde heller en meer gesatureerd werd, om meer gesatureerd te blijven, als de intensiteiten werden gelijk gemaakt.

De gemiddelde uitkomst was:

	W		K		λ 0.620
sterk licht	25.75	=	75	+	62
zwak „	11.2	=	110	+	27

Het komt hierbij alléén aan op de verhouding van K : λ 0.620, gevende:

voor sterk licht 75 : 62 = 1.2

voor zwak licht 110 : 27 = 4.

Het is dus boven twijfel verheven, dat in de vergelijkingen van

$$p\,(\lambda > W) + q\,K = r\,W$$

het verschil der lichtsterkten een grooten invloed had, en wel in dien zin, dat bij afnemende lichtsterkte K stijgende was.

Men zal zich herinneren, dat ik aanvankelijk de warme bij Fraunh. C voor eene andere kleur hield dan bij D en E, en dat ik getroffen was, in het spectrum van direct zonlicht van een bijzonder rood niets meer te zien. De verklaring blijkt nu wel deze te zijn, dat bij het sterke licht de hooge saturatie-graad is opgeheven, die zich als een andere kleur aan mij had voorgedaan.

In verband met het in deze § behandelde, zij hier nog opgemerkt, dat wij ook de krommen der beide energieën rechtstreeks hebben afgeleid uit de vergelijkingen der enkelvoudige spectraalkleuren met λ 0.625 en λ 0.445 — de warme dus veel meer, de koele veel minder gesatureerd dan de doorgaans gebezigde (λ 0.582 en 0.432, fig. 4). In die combinatie nu woog de hoogere saturatie der warme kleur geenszins op tegen hare geringere intensiteit, en bij zeer hooge ordinaten der warme energie, vielen die der koele voor het dioptrische spectrum dus zeer laag uit. De nauwkeurigheid der uitkomsten moest daaronder lijden; maar ontwijfelbaar, ook zonder reductie op gelijke areas, kwam toch aan den dag, dat de koele energie zich hier reeds bij grootere golflengte begint te verheffen en in het warme gedeelte van het spectrum, tegenover het maximum der intensiteit, eene locale stijging vertoont, waarop een tweede stijging in het koele gedeelte van het spectrum volgt. En juist denzelfden vorm neemt die kromme aan, wanneer wij aan de met W en K verkregene ook slechts in beperkte

mate de correcties aanbrengen, waarvan in deze § sprake was, de correctie, namelijk, die voor een hoogere saturatie van W zou worden gevorderd.

21. *Invloed der lichtsterkte op de vergelijkingen in het algemeen.* Wat wij zagen omtrent $\lambda > W + K = W$ (zie § 20), is van toepassing op alle vergelijkingen eener enkelvoudige kleur met een mengsel van $K + W$, onverschillig van welke golflengte: zij gelden slechts voor een bepaalde lichtsterkte.

Vermeerdert men evenredig de lichtsterkten bij een verkregen vergelijking, dan wordt de gemengde warmer, resp. minder koel, dan de enkelvoudige, en omgekeerd, wanneer men de lichtsterkten vermindert. De evenredige verandering der lichtsterkten kan men op verschillende wijzen verkrijgen: door directe wijziging der gemeenschappelijke lichtbron, door het gebruik van gelijkmatig absorbeerende grijze glazen, het zuiverst door draaiende Nicols. Kon men de drie spleten op hetzelfde oogenblik evenredig vernauwen en verwijden, dan zou het effect insgelijks te zien zijn.

Eenige quantitatieve bepalingen mogen hier plaats vinden:

a. betreffende $W + K = N$.

Voor gaslicht werd gevonden:

$$W\ 28 + K\ 175 = N\ 26.$$

Bij reductie van het licht op $^1/_{16}$, met grijs plaatje:

$$W\ 19 + K\ 184 = N\ 28.1$$

Dus een aanzienlijke vermindering van W, niettegenstaande N ook warmer geworden was (verg. bl. 15)

In een tweede reeks (daglicht), met draaiende Nicols, maakte door reductie van het licht,

$$W\ 173 + K\ 27 = N\ 37$$

plaats voor $W\ 142 + K\ 58 = N\ 20.$

Eene sterke stijging dus van koel in de gemengde.

Wat hier vergeleken wordt zijn twee neutrale kleuren van den kleurblinde, — het spectrale blauwgroen en een der gemengde, het rozerood, die wij als Ns en Nc kunnen onderscheiden. Deze ondergaan nu door wijziging der lichtsterkte tegengestelde veranderingen: bij verhoogde wordt Nc warm, Ns koel, en omgekeerd bij verminderde. Maar de verandering is voor Ns zeer gering, in vergelijking met die van Nc. Merkwaardig is het zeker, dat twee energieën, die men zich in Ns vertegenwoordigd denkt, een geheel andere functie zijn der lichthoeveelheden, als wanneer ze afzonderlijk optreden, onder den invloed van een kleinere en een grootere golflengte. En onbelangrijk is het zeker niet, dat ook voor een normaal kleursysteem Ns van den kleurblinde, bij verminderde intensiteit, blauwer, Nc, uit W en K verkregen, rooder wordt (Donders en Waelchli).

Wat wij hier omtrent spectraalkleuren mededeelden geldt bij den kleurblinde ook voor neutrale blauwgroene en rozeroode wollen strengen, welke laatste hij aan het kleurcontrast van licht en schaduw weet te onderkennen (verg. bl. 7).

b. Betreffende de vergelijkingen van W + K *met de enkelvoudige kleuren* E *van het spectrum.* Een paar waarnemingen mogen daarvan worden medegedeeld.

Gaslicht van E (λ 0.548) = K (0.431) + W (λ 0.582), onder verandering der lichtsterkte i door draaiende Nicols. De gemiddelde uit een op- en neergaande reeks.

i	E	K	W	K : W
1.00	100	29.5	113.5	0.26
0.88	85	43.5	94.5	0.47
0.58	87.5	51.5	91.5	0.56
0.25	34.5	101	32	3.2

Blijkbaar is in de derde rij E = 87.5 te hoog: ware

E lager, dan zou K en dus ook K : W hooger zijn geworden en de stijging ware regelmatiger geweest.

Minder sterk spreekt de invloed van i op de vergelijking eener koele, λ 0.469, met dezelfde W + K, als boven. Hier was, bij afnemende i, de relatieve intensiteit der enkelvoudige altijd grooter geworden, en daarmede de saturatie-graad geringer, en omgekeerd bij toenemende i. Maar werden de intensiteiten weer gelijk gemaakt, door verandering der spleetwijdte van E, dan stemden ook de saturaties nagenoeg overeen. De verandering der lichtsterkte door de Nicols scheen hier dus slechts in zoover invloed te hebben, als de relatieve intensiteiten er door gewijzigd worden.

De vraag ligt voor de hand, in hoever de invloed der lichtsterkte op vergelijkingen van mengsels uit den invloed op de sensaties der enkelvoudige te verklaren is; maar het antwoord stuit af op de moeilijkheid, om den laatstgenoemden invloed goed te bepalen.

22. *Invloed van de samenstelling van het licht op de vergelijkingen.* Die invloed behoeft wel niet te worden bewezen. Eenige reeksen van waarnemingen zullen echter niet overbodig zijn.

a. In de eerste plaats zij een reeks medegedeeld, waarin N = W + K bepaald werd, terwijl bij vallenden avond, met sombere gelijkmatig bedekte lucht, de lichtsterkte allengs verminderde.

N	= K	+ W	N	= K	+ W
1	100	+ 105	6	87	+ 118
2	98	+ 107	7	88	+ 117
3	93	+ 112	8	87	+ 118
4	92	+ 113	9	86	+ 119
5	89	+ 116	10	82	+ 128

In weêrwil van de allengsche vermindering der licht-

sterkte, zien wij hier K : W regelmatig dalen: de veranderde samenstelling van het (steeds blauwer wordende) licht had dus een overwegenden invloed [1]).

b. Hetzelfde kwam aan den dag, onder gelijke omstandigheden, in de vergelijking eener koele kleur met het gewone mengsel: λ 0.465 = W 0.582 + K 0.4316, waarbij W, om zijn relatieve sterkte, door een grijs glaasje getemperd was.

c. Maakt men vergelijkingen met gaslicht, zooals boven (bl. 27) voor daglicht zijn medegedeeld, dan komt het verschil in samenstelling dezer beide lichtsoorten zeer sterk uit. In onderscheiding van K en W voor daglicht, noemen wij die voor gaslicht Kg en Wg: wij hebben nu Kg : Wg met K : W te vergelijken.

Op 20 der enkelvoudige gereduceerd.

E	λ	Kg	Wg	K	W	Kg : Wg	K : W
20	0.449	43	0.2	27.4	0.48	215	57
	0.459	53	0.6	30.2	2.28	87	14
	0.469	58	1	25.1	3.02	58	8
	0.485			11.6	8.22		1.4
	0.489	63	3.6			17	
	0.498			6.7	12.7		0.5
	0.503	66	6.4			10	
	0.509			5.72	21.7		0.25
	0.531	50	19			2.6	
	0.541			0.96	33.9		0.04
	0.548	31	23			1.3	
	0.557			0.56	31.3		0.02
	0.564	10.4	26			0.4	
	0.572			0	26.7		0

1) Hoe de dubbelspleten kunnen gebruikt worden, om de relatieve intensiteiten der golflengten van twee lichtsoorten, bijv. van daglicht (onder verschillende omstandigheden) en van een constant kunstlicht te bepalen, zal later vermeld worden. (Zie de noot op bl. 53.)

In de eerste plaats vinden wij Kg : Wg voor alle golflengten veel grooter dan K : W; en ten anderen blijkt, dat in de krommen van Kg en Wg de maxima op geheel andere golflengten komen te liggen dan in die van K en W.

		Maxima van	
		K	W
daglicht	op λ	0.459	0.541
gaslicht		0.503	0.564

In gaslicht zijn dus de maxima van K en W tot elkander genaderd, en zijn beide, maar vooral dat van K, naar de minder breekbare zijde van het spectrum verschoven. Het maximum der koele komt nagenoeg in N te liggen, en gaat zelfs in het warme gedeelte van het spectrum over, wanneer men de spleet van W met een grijs plaatje voorziet, of wel W van grootere golflengte kiest, zooals andere reeksen van vergelijkingen bewijzen, die wij hier, als te ingewikkeld om ze te analyseeren, achterwege laten.

23. *Relatieve waarde onzer krommen.* Uit 21 en 22 is gebleken, dat sterkte en samenstelling van het licht — de absolute dus zoowel als de relatieve intensiteiten der verschillende golflengten — een grooten invloed hebben op de vergelijkingen. Onderling vergelijkbaar zijn zij dus alleen, wanneer ze *bij gelijk licht* verkregen zijn. Over een vast licht kunnen wij echter niet beschikken, en wel het minst als daglicht. Men trachte er echter toe te naderen, en make voorts *bij hetzelfde licht* de vergelijkingen afwisselend op meer dan één persoon, waarbij het ook mogelijk is voor gelijke stemming van het netvlies te zorgen. Zoo werden de boven (bl. 29) vermelde en eveneens de door Prof. Donders op het Congres te

Londen [1]) medegedeelde verkregen. Treedt nu dezelfde persoon bij herhaling naast anderen op, dan wordt het veld van vergelijking grooter.

Onafhankelijk van de sterkte en de samenstelling van het licht, is het de vraag, hoe in de vergelijkingen over de verschillende deelen van het spectrum een ongelijkmatigen invloed der lichtsterkte te vermijden.

Zal men een constante voor het enkelvoudig spectrum aannemen en die der samenvallende spectra daardoor laten bepalen? Bij de ongelijkmatige dispersie in het dioptrische spectrum zou dat geen zin hebben. Rationeeler kon het schijnen, voor iedere vergelijking de spleetwijdte naar de eischen van het interferentie-spectrum te reduceeren, in dier voege, dat telkens de lichthoeveelheden, tusschen gelijke verschillen van golflengte (bijv. verschillen van 0.01 μ) vervat, in de oculair-spleet tot dekking komen. Maar, afgezien van praktische bezwaren (de nauwe spleetwijdte bijv., gevorderd voor het toch al zeer zwakke rood), zou dergelijke reductie haar doel missen, omdat van die hoeveelheden zeer ongelijke fracties in de vochten van het oog en vooral in de gele vlek worden opgeslorpt.

Zal men dan de som der spleetwijdten voor de samenvallende spectra constant houden en die van het enkelvoudige daarnaar regelen? Dat juist is, zooals wij zagen, wat

---

1) Transactions. Physiology. 1881. Een aanwijzing van groote beteekenis, beslissend voor rood- en groenblindheid en de daar tusschen voorkomende overgangen en gemakkelijk bij dezelfde gelegenheid op vele personen toe te passen, geven de eenvoudige vergelijkingen der lichtsterkten, ook met het eenvoudig dubbelspectroscoop (fig. 1 bl. 6) te verkrijgen, tusschen D en eenige golflengten aan beide zijden van D, namelijk tot C en E. Verg. kleurstelsels van Prof. Donders.

ons spletenstelsel verwezenlijkt, en daarmede wordt bereikt, 1° dat voor de golflengten tusschen W en K de vergelijkingen bij te minder lichtsterkte geschieden, hoe meer de kleur tot K nadert, en 2°, voor die buiten W en K, met afnemende lichtsterkte tot de uiteinden van het spectrum (verg. tabel, bl. 27).

Hierbij is alléén ondersteld, dat W lichtsterker gekozen is dan K, wat trouwens ook om andere redenen noodig is. 't Schijnt niet, dat aan de eischen der lichtsterkten beter zou kunnen worden voldaan, dan door deze zelfregeling van ons spletenselsel. Bovendien vereenigt de methode vastheid en regelmaat met zekerheid en snelheid in de uitvoering, de laatste, bij de veranderlijkheid van het daglicht, inderdaad onontbeerlijk.

Met drie onafhankelijke spleten moet men zich, om ordeloosheid te voorkomen, aan willekeurige banden leggen, en is, ten slotte, toch evenzeer genoodzaakt, de componenten op gelijke waarden der enkelvoudige terug te brengen, zooals ook Maxwell deed.

24. *De gemiddelde fout* [1]). Bij bepaling van N, onder gelijke voorwaarden, bleek de fout uiterst gering te zijn (bl. 15). Veel grooter is ze in vergelijkingen van de lichtsterkten en van de saturaties.

Onze gewone vergelijkingen zijn die eener enkelvoudige kleur E met een mengsel van twee, doorgaans een koele en een warme:

$$E = K + W.$$

In die vergelijkingen zijn de fouten der verschillende

1) Uit al de waarnemingen wordt de gemiddelde genomen, en de gemiddelde afwijking (hetzij positieve, hetzij negatieve) van elk der waarnemingen is de gemiddelde fout (Durchschnittsfehler).

termen van elkander afhankelijk. In de eerste plaats is W + K een vaste som, en dus K zooveel te laag als W te hoog en voor W + K de fout gelijk nul. Voorts, terwijl W lichtsterker is dan K, stijgt de lichtsterkte van W + K met W en rijst daarbij ook E; en, omgekeerd, stelt men E naar W. Zoodoende voegen zich saturatie en lichtsterkte naar elkander.

Tot voorbeeld, de vergelijking eener tamelijk gesaturreerde warme (λ 0.554) met de gewone W + K.

	E		W		K	W + K
	53.35	=	115	+	66	
gemiddelde fout	4.9		4.75		4.75	0

Kleiner is de gemiddelde fout in de vergelijking met N = wit.

	N	W	K	W + K
		85.1	55.9	141
gemiddelde fout		2.7	2.7	0

Wij onderzochten voorts, welken graad van nauwkeurigheid vergelijkingen tusschen twee gelijken, nabij D en nabij G, bereikten, de ééne constant (een der gekoppelde), de andere bewegelijk. Nabij D was de uitkomst:

	Do. (norm.)	Wa. (norm.)	v. d. W-Rb.
gemiddelde	17.275	17.32	17.9
gem. fout, randverdeeling	0.025	0 02	0.49
„ in λ	0.0005 μ	0.0004 μ	0.011 μ

De gemiddelde fout is bij den roodblinde ruim *twintig* malen grooter en wordt door dien van den groenblinde nog overtroffen.

Hetzelfde geldt van de kleinste merkbare verschillen, naar beide zijden, waarvoor resp. gevonden werd:

λ	0.583 en 0.5814	0 583 en 0.581	0.602 en 0.557

Het normale oog gaat af op het verschil in tint (kleur), waar het kleurblinde slechts over verschil in toon (saturatie) beschikt.

Bij het gelijkmaken der kleuren werd de gemiddelde fout der lichtsterkten, op 13.5, gevonden voor

Do. 0.6 Wa. 1.24 v. d. W. 0.72

De vergelijkingen nabij G hadden als uitkomst:

	Donders.	Waelchli.	v. d. W.
	29.07	28.98	28.88
gem. fout, randverdeeling	0.15	0.28	0.59
„ in λ	0.001	0.002	0.04

In het blauw is de nauwkeurigheid van het kleurblinde oog, met hoog stijgende saturatie, dus grooter, voor het normale kleiner dan in het gele, zoodat ze elkander nabijkomen.

Hieraan beantwoorden de kleinste merkbare verschillen, waarvoor gevonden werd:

Do.	Wa.	v. d. W.
λ 0.430 en 0.437	λ 0.4295 en λ 0.436	λ 0.426 en λ 0.438

De gemiddelde fout der lichtsterkten, op 250, werd gevonden:

Do. 10.5 Wa. 11.1 v. d. W. 18.2

Oudere bepalingen wijzen, in het gesatureerde blauw, ook voor Es. (groenblind) eene kleine gemiddelde fout aan.

Berekent men, naar de methode der kleinste quadraten, de middelbare en uit deze de waarschijnlijke fout, voor een dubbele reeks van op- en neergaande waarnemingen, zoo vindt men voor de waarschijnlijke niet meer dan de helft van het bedrag der boven vermelde gemiddelde fouten.

25. *Vergelijking onzer methode met andere (die van*

Maxwell, *van* v. Kries, *het dubbel-spectroscoop van* Helmholtz, *de Farbenmesser van* Rose). Bij onze methode zien we door het oculair naar de spleet en ontvangen op het netvlies een beeld van het daarin gelegen spectrum. Bij die van Maxwell plaatst het oog zich onmiddellijk voor de spleet en ontvangt van het geheele prisma de kleur of de kleuren, van een of van elkander dekkende spectra uitgesneden. Maxwell kon zijn mengsels alléén vergelijken met daarnaast gespiegeld wit en moest, om de vergelijkingen te vinden met enkelvoudige kleuren, het wit algebraïsch elimineeren. Maar von Kries slaagde er in, ook bij het volgen dezer methode, de laatstgenoemde vergelijkingen direct te verkrijgen, en wel door twee zeer dunne prisma's, met de brekende kanten verbonden, vóór de objectief-lens te plaatsen, waardoor van iedere spleet twee spectra worden gevormd, en één van dat éénér spleet met twee van twee naast elkander gelegen spleten kan samentreffen, om met verschil van richting in het oog te treden.

Het voordeel nu dezer methode is, dat zij groote en aan elkander grenzende vergelijkingsvlakken geeft, die eene kleine waarnemings-fout beloven. Maar zij mist de gelegenheid, om *met eigen hand, snel en zeker*, een geheele reeks van vergelijkingen te maken. Met „bevelen" en „gehoorzamen" is dit niet wel te bereiken. En dit zal dan ook wel de reden zijn, waarom Maxwell slechts één kleurblinde onderzocht en waarom Frey en v. Kries zich tot hun eigen oogen bepaalden. Intusschen laat het beginsel zich ook zeer wel met ons spectroscoop verbinden. Men heeft daartoe slechts het oculair te verwijderen en de oculair-spleet door een andere te vervangen. Reeds voor langen tijd heeft Prof. Donders op die wijze proeven genomen, en ze zullen weder worden

opgevat, nu von Kries ons geleerd heeft, met zijn tweeling-prisma vergelijkingen te maken met iedere spectraalkleur. Het zal dan moeten blijken, of de waarnemingsfout, zooals wij verwachten, bij die inrichting werkelijk kleiner uitvalt dan bij de onze, wat vooral in betrekking tot de lichtsterkte zeer gewenscht ware. Frey en von Kries geven ze niet aan. Maxwell vond bij zijn kleurblinde:

33.7 geelgroen + 33 1 blauw = wit, en op het eerste de gemiddelde fout = 2.5, op het tweede = 2.3, op de som = 4.8 en op het verschil = 1.3, — hetgeen niet of nauwelijks minder is dan wij verkregen [1]).

Wij hadden nog gelegenheid, een groot dubbel spectroscoop te onderzoeken, naar Helmholtz genoemd, en beschreven in het „Bericht über die Wissenschaftliche Instrumente auf der Berliner Ausstellung. Berlin 1879."

Het heeft, evenals het bl. 6 afgebeelde, twee collimato-

---

1) Overigens zijn de bezwaren door Frey en von Kries tegen de door ons gevolgde methode in het midden gebracht, denkbeeldig. Van beperking der aanwendbaarheid kan ook geen sprake zijn: met de vrije gekoppelde spleten is alvast gelegenheid gegeven de complementaire te bepalen; en voorts kunnen deze en alle andere vergelijkingen op het scherm worden gedemonstreerd, de kleinste waarneembare verschillen in toon en tint, bij gelijke lichtsterkte bepaald en vergeleken, Dove's beginsel der heterochrome photometrie op spectraalkleuren worden toegepast, enz. enz.

Eindelijk gaf een klein totaal reflecteerend prisma voor één der spleten gelegenheid, voor de verschillende kleuren de relatieve lichtsterkten van twee spectra van verschillenden oorsprong te bepalen, van dat van daglicht, bijv., en van een (constant) gas- of petroleum-licht, waarbij de veranderingen, waaraan het eerste onderhevig is, bekend worden. Hierover zal in de onderzoekingen van het physiologisch laboratorium afzonderlijk worden gehandeld.

ren, beide draaibaar, ieder met één spleet voorzien, in iedere collimatorbuis een dubbelbrekend prisma, gevende twee spectra, waarvan het eene, door verschuiving van het dubbelbrekend prisma in de collimatorbuis, over het ander zich beweegt en wier relatieve lichtsterkten door een Nicol worden geregeld. Één collimator geeft ons dus alle gewenschte mengsels van twee kleuren, op de gemakkelijkste wijze ook alle complementaire. En laat men van een der collimatoren de twee spectra zoo ver over elkander schuiven, dat slechts een daarvan zichtbaar blijft, dan kan men ook van iedere enkelvoudige kleur met al die mengsels vergelijkingen maken.

Voor gewone demonstraties is geen geschikter werktuig denkbaar. Maar voor scherpe bepalingen eigent het zich niet zoo goed: 1° is het moeielijk, de spleten der beide collimatoren op gelijke wijze en, bij de gevorderde draaiingen, op onveranderde wijze te verlichten; 2° brengt de groote verplaatsing der beide spectra, noodig om he ééne te isoleeren, ons ver buiten het minimum van afwijking, op zich zelf reeds een bezwaar, en bovendien een beletsel, om bij denzelfden stand van het oculair de lijnen van Fraunhofer in elk der spectra te zien en hare correspondeerende golflengten af te lezen: door in- en uitschuiven van het oculair ziet de kleurblinde de neutrale beurtelings warm en koel worden, en 3° maakt het dubbelbrekend prisma de lichtsterkten gering en de beelden minder scherp.

Om deze en andere redenen moeten wij aan het samengesteld spleettoestel met één collimatorbuis en zonder dubbelbrekend prisma de voorkeur geven.

De „Farbenmesser" van Rose, waarvan wij de inrichting bekend onderstellen, kan niet dienen, om de door ons

gewenschte vergelijkingen te maken. Hij geeft slechts die tusschen twee zeer samengestelde neutrale, die het normale oog als rozerood en blauw-groen erkent; maar deze — op de eenvoudigste wijze en met groote nauwkeurigheid. Loopen de aanwijzingen op verschillende dagen uiteen, zoo is dit het gevolg van verschil in samenstelling van het daglicht. De lichtsterkte toch heeft nauwlijks invloed. Wij overtuigden ons daarvan met behulp van draaiende Nicols voor den spiegel, ontegenzeggelijk de zuiverste methode. Men zou hier invloed hebben gewacht, omdat de spectrale Ns (blauw-groen) en vooral de uit rood en blauw gevormde Nc (verg. bl. 44) dien invloed zoo sterk ondervinden. Dat hij hier genoegzaam uitblijft, moge aan de groote samengesteldheid van het mengsel der beide neutralen van den „Farbenmesser" worden toegeschreven.

Het werktuig is onschatbaar voor het snel herkennen van kleurblindheid. Voor de differentiëele diagnose tusschen rood- en groenblinden wordt licht van constante samenstelling gevorderd, en bovendien liefst vergelijkend onderzoek bij hetzelfde licht.

26. *Lichtsterkte en saturatie der fundamenteele kleuren bij kleurblinden.* Zijn de fundamenteele kleuren als functie der golflengten vastgesteld (fig. 5), dan blijft nog over hare saturatie en intensiteit te bepalen, in vergelijking met die van het normale oog. Ten aanzien daarvan hebben onze onderzoekingen eene groote uitbreiding verkregen Elders zullen ze, in verband met die van andere waarnemers, wellicht ter sprake komen. Hier zij slechts aangestipt, dat, wat *saturatie* aangaat, de kleinste merkbare vermenging met een grijs van gelijke lichtsterkte, en de kleinste merkbare inmenging in hetzelfde grijs, naar verschillende

methoden bepaald, én bij Escher én bij mij met die voor het normale oog gelijk staan, en, wat de *lichtsterkte* aangaat, de gevoeligheid voor de kleinste hoeveelheid licht zoowel als de gezichtsscherpte, bij toenemende hoeveelheden, bij Escher niet en bij mij nauwelijks voor die van het normale oog onderdoen.

Eindelijk zij nog vermeld, dat het groote scotoma in de streek der gele vlek, hetgeen, na een verblijf in het duister, belemmerend werkt op het onderscheiden van letters, zich bij dezelfde kleuren vertoont én voor rood- én voor groenblinden als voor het normale oog.

Een en ander is daaromtrent reeds te lezen in de Transactions of the international Congress, 7th Session. *Physiology* (separate edition) p. 85—87. London. 1881.

NEW RESEARCHES ON THE SYSTEMS OF COLOUR-SENSE [1])

BY

F. C. DONDERS.

At the Session of the International Medical Congress of Amsterdam, and at the last meeting of the British Medical Association in Cambridge, I have given an account of my researches on the systems of colour-sense, (Compte-rendu du sixième Congrès &c., p. 595, and *British Medical Journal*, Nov. 13, 1880, p. 267).

In Graefe's *Archiv f. Ophth.* B. xxvii. Abth 1, and in the *Archives Néerlandaises.* T. xvi, 2ième livr., these researches are more fully described. I examined the perfect

---

1) Wat hier geboden wordt is de door mij op het congres te Londen, in de sectie voor physiologie, gehouden voordracht. Zij werd opgenomen in de Transactions, Vol. I pag. 277, maar met zoovele en zoo zinstorende misstellingen, dat ze onverstaanbaar is. In de afzonderlijke uitgaaf der sectie voor physiologie bleven de volstrekt onmisbare figuren geheel achterwege. Ik ben daarom te rade geworden, die voordracht in de onderzoekingen van het laboratorium, verbeterd, te laten overdrukken, en wel in de taal, waarin ik ze oorspronkelijk schreef, die ze ook voor belangstellenden in het buitenland meer toegankelijk maakt, dan een vertaling in het Nederlandsch zou geweest zijn.

and imperfect systems quite independent of each other. The relation, if there be any, should appear afterwards.

As to the perfect system, I hold to the the theory of Thomas Young, and even to his fundamental colours. Red and violet should be considered as fundamental—*i.e.*, depending on simple processes in the retina, even because the first active rays on both sides of the visible spectrum cannot be supposed to excite more than one process. And, in addition to these, green is required, because it cannot be composed by red and violet; but no more than green, because all the visible colours can be composed by red, green and violet. If yellow and blue, produced by green and red, respectively, by green and violet, are somewhat less saturated than the spectral yellow and blue, this may be satisfactorily accounted for.

Each vital process, by which chemical energy is transformed into other forms, depends, as I pointed out some years ago (Dissociation dans le sang et dans les tissus; Compte-rendu des Séances de l'Association Française à Lille, 1874, p. 842) on non-reversible dissociation—*i.e.*, on decomposition of a very complex molecule into two or more less complex molecules, under the influence of the motion of heat, chiefly. The same dissociation, I think, can be postulated for the central processes to which sensations belong. The total dissociation (as complete as it can be) corresponds to white, which does not dispose to any specific secondary sensation. Each partial dissociation corresponds to the sensation of a colour, and by the remaining parts of the molecules disposes to the complementary.

From this point of view the colours and their mixtures, the differences of saturation of the spectral colours and of the colours in general, the secondary phenomena, images, contrast, adaptation, &c, can be easily understood. We

also conceive that by rest, in darkness, the molecules become more unstable, and, at almost every impetus, some of them are brought to complete dissociation; and we may find it plausible that, under the influence of very intense light, and of the co-operation of two different processes, such as are excited on the retina by homogeneous blue and yellow light, and propagated in different fibrillæ, there is also a tendency to provoke complete dissociation, — all of this being in perfect harmony with the known facts.

Imperfect are the systems of the so-called colour-blind. Thomas Young and Sir John Herschel supposed, and Clerk Maxwell proved, that the system of the colour-blind is *dichromatic.* Rejecting the hypothesis, that their fundamental colours must correspond to two of the perfect system, I avoided the names of the colours of this system, and designated the colours of the colour-blind by warm W, and cold C. Now, the warm W and the cold C meet, with diminishing saturation, in a neutral colourless line N of the spectrum, not far from $\lambda = 0.5$ mikron, which is the wave-length, exciting the two energies W and C in the same proportion as all the waves of the sunlight together. N is thus found, where for the two curves the elements of both energies are proportional to the energies, where

$$\frac{d\,W}{W} = \frac{d\,C}{C}$$

I. Now, the first question which arises is this: Are the energies the same in all cases of colour-blindness?

The specific colour-sensations are not known; but — every energy is plainly characterized by *its intensities as function of the wave-lengths.*

Seebeck had already distinguished two classes of colour-blind, and his distinction, to which Holmgren adhered, I found quite justified. In his first class he found the spectrum visible as far as in the normal eye, in the second dark and shortened at the red side. Now, I determined in a great number of cases, with a double spectroscope, the curves of intensity from A to E, and found these, in one category, conforming to those of the normal eye, with the maximum in D, and in the second, beginning much later and slowly rising, but rising farther, even to E (conf. Onderzoekingen. VI. p. 125). So it was plainly proved that the warm energy was very different in the two categories.

However, in the second there is more variety than in the first class, and transitional forms between the two, though scarce, are not entirely wanting.

In a few cases we tried to determine the curve of intensity over the whole spectrum from A till H. But such a curve cannot be exact, the comparison of the intensities of different colours, and even of very different degrees of saturation, being too uncertain. Besides, with such a curve we could not be satisfied. For characterizing a case of colour-blindness we want the curves of the two energies separate.

I described a form of spectroscope by which these can be easily obtained (conf. v. d. Weijde. p. 18).

In the dichromatic system every colour of the spectrum can be composed by mixture of a warm and a cold colour. For getting the equations between these mixtures and the homogeneous colours, we want: 1. two spectra, covering each other, and allowing a warm and a cold colour of definite refrangibility to mingle in every proportion; 2. a single spectrum, capable of being moved along beneath the

double one, and presenting subsequently each homogeneous colour in the ocular slit.

The usual spectroscopes were not suitable. The small double one, described by Hirschberg, allows one to compare two colours of two spectra and to mingle them to a certain extent, but not to compare such mixtures with simple colours. The ophthalmo-spectroscope of Dr. Glan, by the combination of a double refracting prism and a Nicol, shows four spectra from two slits of the same collimator, but these cannot be combined to form a mixture of the proper degrees of cold and warm and a single spectrum, as are wanting for our object. Finally, the double spectroscope of Helmholtz, has two collimator-tubes, and, by means of a double refracting prism and a Nicol, shows two spectra from each, all seen in the same ocular tube. It allows indeed, by moving the double refracting prism, to and from the slit, to mix every W and C of two spectra of the same slit, to regulate the proportions, by the Nicol, and to make equations of the mixtures, obtained, with the colours of the simple spectrum of the other collimator. But there is a difficulty in obtaining constantly the same light for the two turning collimators, and also in determining accurately the sort of light of the different spectra, seen in the ocular slit at a definite length of the ocular tube.

The difficulties were avoided by using a single collimator, bearing a pair of combined slits, *a* and *b*, on the same line, and a single slit, *c*, under these. The slits *a* and *b* produce two spectra on the same line, whose coincident colours depend on the distance between *a* and *b*. Now, by the same mechanism, *a* is dilated as much as *b* is narrowed, the centre of each and the sum of both remaining the same. The distance between and the sum

of both the slits can be regulated, in order to produce the mixture of each pair of waves, in every proportion, at all intensities. The slit *c* has its single spectrum, and allows, by its movement, each colour to be brought under the mixed in the ocular slit. By changing its diameter, the centre of the slit is not displaced. Equations are found by regulating the colour by the combined slits, and the intensity by the single. Now, the required diameter of *a* and *b*, reduced on the diameter of *c*, are the ordinates of the standard warm and cold colour, by which the compared homogeneous is composed.

This method has been employed in a certain number of cases. Since Clerk Maxwell (1860), equations of this kind had not been obtained. Our cases form a series from absolute achromatopsia going up to the normal system.

The curves are modified by the wave-lengths and the intensities of the standard-colours used. The system of the combined slits neutralizes in some degree the influence of the differences of brightness in a series of equations. Reduced on equal areas and equal degrees of saturation, the curves of different series may be compared. Still, alternating determinations by two or more colour-blind persons, under the same circumstances, are desirable. The following cases have been examined in this way.

1. *Achromatopsia.* — Mr. d'E., 32 years old, good observer, has no sensation of colour whatever. A coloured glass before his eye acts as a smoked glass. The right eye has M. 4.5, Am. 0.75 and Acuity $= \frac{4}{24}$. The left, with converging squint, has M. 3.5, Acuity $\frac{6}{60}$. In moderate light he can write and read the whole day, not using glasses, without fatigue. But he does not see well

by bright light. In both eyes the media and fundus are normal, the papillae rather pale, but not exceeding the limits of the normal.

Some years ago, I examined and described this case. Recently, I also determined the curve of intensity, using the double spectroscope, and making equations between a fixed colour of one spectrum and all the colours of the other spectrum consecutively seen in the ocular slit. The curve, deduced from the slits of the collimators, was reduced, as we use to do, to the spectrum of interference, the only rational abscissa. It is a very regular, almost symmetrical curve, Fig. 1, I (dotted line, Achromatopsia), beginning slowly at $\lambda = 0.646\ \mu$, ending at $\lambda = 0.402\ \mu$, and showing its maximum at $\lambda = 0.517\ \mu$. It differs little from that of the red-blind, but is still more reduced at the red side and somewhat at the violet.

Red-blindness, fig. 2, I Rb. — Mr. Van der Weijde, a medical student, examined his quite typical case with great care, and intends to describe it methodically, in connection with a casse of green-blindness. Here I only present the curves of his two fundamental colours. They are obtained by making equations of a mixture of $\lambda = 0.4316\ \mu$ and $\lambda = 0.582\ \mu$ of the two spectra of the combined slits, with each homogeneous colour of the spectrum of the single slit. They are reduced to the interferential spectrum and to equal areas. In this form, the formula (p. 3) supposes, that the two curves intersect in the neutral line N, which is seen to be nearly the case (fig. 2).

Green-blindness, fig. 2, II Gb. — Mr. Escher, engineer, presents a typical case of green-blindness. It will be described by Mr. Van der Weijde. Here the curves,

Fig. 2, II Gb will do. They are deduced from the same standard-colours $\lambda = 0.4316$ and $\lambda = 0.582\ \mu$, and the same reductions have been applied, as in the curves of Mr. van der Weijde, in order to be comparable. The difference between the two curves is seen at once.

In the green-blind, the warm colour extends much further to the red side, rises more rapidly and comes sooner to its maximum. About $\lambda = 0.5\ \mu$, corresponding to N, it is manifestly lower than the red-blind. As might be expected for equal areas, the curves do in ersect almost exactly in N.

Normal colour-sense, fig. 3. — The curves were determined in Dr. van der Plaats (Pl) and in myself (Do). Equations were made between mixtures of green and red, and each of the homogeneous colours between these; and also between mixtures of green and indigo, and each of the homogeneous between them. Red of $\lambda = 0.654\ \mu$ and indigo of $\lambda = 0.424\ \mu$ were found of convenient intensity.

In the spectrum of direct sunlight, only a thin part remains green, bounded at one side by yellow, at the other by blue (Preyer). I found this at $\lambda = 0.508\ \mu$, very near the neutral line of the colour-blind. This green we tried, and found it satisfactory for both eyes of Dr. van der Plaats and for my own right eye, as the mixtures, resp. with red and indigo, gave very well the hues of the intermediate colours, and, at both sides, i. e. for yellow and for blue, about the same difference in saturation with the spectral colours. The curves (fig. 3) have been reduced on full saturation of red and violet, and, besides, on the spectrum of interference.

The method of construction supposes that in the standard green at $\lambda = 0.508\ \mu$, the two other energies are

wanting. Indeed, if virtually present, they are here fused with sufficient green so as to produce the total process of white, which diminishes the saturation of the green. It appears, further, that the standard green does not acquire its maximum here, but much more to the left, at $\lambda = 0.540\ \mu$, where the red energy is already very active, and the intensity of light near its maximum.

From the curves of v. d. Plaats, I deduce, by simple addition of the intensities, a curve of intensity (fig. 1, N, normal), and I do the same for the two curves of colour-blindness (III green-blind, and II red-blind), to which the case of achromatopsia I is added.

The result is most striking. In the red-blind the intensity is inferior to that of the normal in the red, but superior in the green; and the contrary holds for the green-blind. This would appear still more clearly, if the area of the normal eye had been accurately reduced to those of the green- and red-blind.

It will be remarked that the two curves of the red- and of the green-blind (fig. 2) correspond approximately to the green and the violet, and to the red and violet of the normal. But this is quite accidental. Between the red- and green-blind there are transitions, presenting other curves.

II. — It is not sufficient to have determined the curves of intensity. We want to know also *the saturation of the fundamental colours.* My intention is not to treat here in extenso this very large subject. I wish to confine myself almost exclusively to the saturation of the green energy, in cases of feeble colour-sense, which will show sufficiently the great bearing of the subject.

Imperfect colour-blind are generally considered as nor-

mal: they, indeed, scarcely make any glaring mistake. In the spectrum they distinguish green, and see no neutral grey line; with the colorimeter (Farbenmesser of Rose) they find no equation of two colours (properly, of grey and grey); the mixture of spectral red and blue produces a pale rose, not a grey. But they hesitate in Holmgren's tests, and decipher Stilling's pseudo-isochromatic tables with difficulty, some of these not at all. Our lantern shows in numbers their imperfect colour-sense.

In such cases I determined the smallest perceptible difference in hue. Tubes of the shape of paralellopipeda, 20 centimeters long, 2.7 centimeters thick, formed by four rectangles of mirror-glass, and a square at bottom, were divided in diagonal direction by a diaphragm of the same glass, in order to form two long prismatical spaces and these were filled with two liquids, equal in transparency and saturation, but different in colour and hue. The green, a saturated solution of sulphate of nickel, and the yellow-orange, a properly diluted solution of bichromate of potassium, both belonging to the warm series, proved to answer very well.

Through the different horizontal sections of such a tube we see all the transitions from the yellow-orange at the bottom, to the green at the top. Two such tubes were put behind two broad slits in a large black diaphragm, placed before a double ground white glass, turned to the light. Now, one of the tubes was slowly moved down or upwards, and the minimum was determined by which a difference of hue became visible for different persons.

A single example of the results wil suffice:—

The difference was recognized:

Medical men	Coloursense	Between 40 and		Diffe-rence		Between 120 and		Diffe-rences.	
Dr. Waelchli.	normal	42	38	2	2	122	118	2	2
Dr. Baudet.	normal	42	38	2	2	122.5	117.5	2.5	2.5
Mr. Enthoven.	normal	44	36	4	4	125	115	5	5
Dr. Bouvin.	normal	47	36	7	4	125	114	5	6
Mr. Scheltema.	feeble	54	24	14	16	133	100	13	20
Mr. Verhoeff.	feeble	55	32	15	18	145	112	25	8
Mr. v. d. Weijde.	red-blind	70	10	30	30	150	90	30	30

Very striking is the small sensibility, in *feeble* colour-sense, for differences of hues, both warm or cold; this, I think, cannot be explained otherwise than by a slight development of their green energy. In the redblind (dichromatic system) all difference of hue is wanting, as well in the warm as in the cold series. The numerous differences of hue in the normal eye depend on mixtures of the green, in various quantities, with the red and the violet energy, respectively. Now, where those differences are less numerous, less perceptible than usual, it must signify that the green energy is not well developed.

In the same way the sensibility for transition between a warm and a cold colour has been determined in cases of normal and abnormal colour-sense. Solutions of the green sulphate of nickel and the blue ammonia-sulphate of copper proved very satisfactory. For the transition between these the sensibility was not inferior in cases of feeble colour-sense, and even not in red- and green-blindness, but appeared rather superior on the limits between warm and cold.

It deserves also our full interest that in cases, which

are to be considered as normal, the green energy still appears to be developed in very different degrees (Comp. Bouvin and Waelchli).

The colour-blind, of course, in the experiments with hues of the same (warm or cold) colour, could only perceive differences of saturation and luminosity: Mr. van der Weijde would have seen no differences at all, if we had succeeded in excluding these completely in our solutions.

For comparing the saturation of homogeneous colours in the normal and in the dichromatic system, I used the ophthalmo-spectroscope of Glan, and found that, in general, in the last it attains the same degree as in the first. But in some cases the saturation is much inferior, and in a case belonging to the category described as violet-blindness, it was very slight.

III. — After the curves of intensity and the degrees of saturation, we have still to determine *the sensibility for light.*

In some experiments it was examined after staying for half an hour in complete darkness. We used a spectroscope with toothed wheels, which indicated in the dark the sort of light in the ocular slit and the diameter of the slit of the collimator. A writing-apparatus for blind persons was used for taking the notes. The light for the spectroscope was taken from one of the openings in a diaphragm turning before a piece of white ground glass, directed to the uniform sky or to a standard light. A long tube extended from the opening of the diaphragm to the slit of the collimator. This slit was gradually opened, till any light of the spectrum, the ocular being entirely free, became visible. Normal and common colour-blind persons, all saw almost at the same diameter of the slit of the collimator a

greyish luminosity, soon turning a little into the warm at the left, into the cold at the right side, the last requiring a somewhat wider slit, even in the red-blind. By further dilatation, for the normal eye the grey becomes greenish, and at the extreme left characteristic red is added, which appears at once in this colour as the corresponding light becomes visible.

As to the different colours seen in the ocular slit, a notable difference was only found for the red-blind, who required more light for seeing it beyond D, and much more beyond C.

Immediately after these, the sensibility for white light was examined in diffuse daylight, directed on the middle part of the white ceiling, and sent from there in the room. A white visiting-card was seen and the direction of its longest diameter recognized on a black ground, at the same degrees of light and the same distances by the green-blind and normal, with a little uncertainty perhaps by the red-blind, but only at more than double the amount of light by an absolutely colour-blind and by a violet-blind.

The apparatus of Förster, in use for the determination of torpor retinae, gave corresponding results.

The acuity of vision, as a function of the intensity of light, cannot be well determined for small intensities in a very sensitive eye. In cold colours the acuity for black letters decreases much more rapidly than in warm, every distinction becoming quite impossible for direct vision at an intensity, under which warm colours permit one to distinguish tolerably well. I mentioned this fact already last year at Cambridge. It was examined, both

with a red and a green-blind person, after the experiments with the apparatus of Förster, for black letters printed on coloured papers, more especially on vivid red and blue. [1]).

Now, in the light 1 (first degree), at which the white card was well distinguished in its form, the green paper still appeared very dark and uniform, no trace of letters beeing seen; the red quite black. At 2, the blue was much clearer, and showed some indistinct black forms; the red was still nearly black, and quite uniform. At 3, the blue was rather intense, but less intense at direct vision, and the letters here quite diffuse, as if blurred; the red, on the contrary, clearer in the axis. At 4, the red still very dark, but presenting a much clearer circle of direct vision, where large print was seen very sharply and distinctly, dark on red by the normal and the green-blind, whitish on dark red by the red-blind; the blue appeared altogether in much stronger light, but darker at direct vision, where, as in a large scotoma, all the forms were as blurred. At 5, normal and colour-blind read with great facility on the red, but not at all, at direct vision, on the blue, where the scotoma still is a hinderance at a light, which brings the acuity of vision on red and on grey to a half. Now, indirect vision on the blue, is quite normal. — On grey paper, also, there is some indication of the central scotoma. On the large star for the examination of astigmatism (conf. Snellen's types), the dark grey, seen between the lines near the centrum, may have the same origin.

---

1) In full daylight, the black letters on red, by contrast, appear beautifully green, on blue, yellowish-bronze, — the last chiefly in a metallic lustre.

In the same series of comparative experiments, under the same circumstances, followed the determination of the acuity at different degrees of daylight. In this respect, no differences are found between the green-blind and the normal, perhaps a slight one between the normal and the red-blind, who needs a little more light.

It is desirable that not only comparative, but also absolute determinations be made: the apparatus of Förster, with standard light, also combined with spectroscope for different sorts of homogeneous light, can be used for that object.

CONCLUSION. *The systems of colour-sense, in different individuals, present a series of types, with multifarious transitions:*

1. Absolute achromatopsia.
2. Red-blindness and transitions between 1 and 2.
3. Green-blindness and transitions between 2 and 3.
4. Normal system, in different degrees of perfection, and transitions between 3 and 4.

No direct transitions have been found from 1 to 3, nor from 2 to 4.

Whether this series has any phylogenetical bearing, will be examined afterwards.

SYMPATHISCHE OPHTHALMIE.

(Voordracht, gehouden in de Sectie voor Oogheelkunde van het Zevende Internationaal Geneeskundig Congres, te Londen.)

DOOR

Prof. H. SNELLEN.

Sympathische ophthalmie behoort voorzeker tot de meest ernstige aandoeningen van het oog. De physiologische verklaring van het proces is een belangstellend vraagstuk geweest, sedert we dit klinisch beeld het eerst leerden kennen.

Hare geschiedenis is betrekkelijk nieuw. We vinden ze het eerst genoemd in 1830, door William Mackenzie, in de eerste uitgave van zijn: «*Practical treatise on the diseases of the eye*," op bladz. 480: «*we sometimes meet with severe sympathetic inflammation in the eye which has not received the injury.*"

In de tweede uitgave van hetzelfde werk, anno 1844, geeft Mackenzie de omschrijving van een tweetal gevallen, waarin hij de kenmerken van het ziekteverloop nauwkeurig omschrijft en schier alles vermeldt, wat we tot op den laatsten tijd uit een klinisch oogpunt van dit ziektebeeld weten.

Sedert dien vinden we in de litteratuur een tal van casuïstische mededeelingen, zoodat wel blijkt dat sympathische ophthalmie niet zeldzaam voorkomt In de inau-

guraal dissertatie van Joseph Schneider, Würzburg 1880, zijn 758 beschreven gevallen bijeengebracht; daarvan waren er 69 het gevolg van operatieve behandeling.

Wat de physiologische verklaring van sympathische oogaandoening aangaat, vinden we reeds door Mackenzie opgemerkt, dat daarbij de ontsteking voortgeplant kan worden *per continuitatem* langs de gezichtszenuw, *of* misschien *door reflectorischen zenuwinvloed* langs den weg der ciliairzenuwen.

Deze laatstgenoemde hypothese vond aanvankelijk den meesten bijval. Ze paste zoo juist bij de toen heerschende begrippen van den invloed van zenuwwerkdadigheid op voeding en ontsteking.

Als zoovele bewijzen van dien zenuwinvloed stelde men, naast de sympathische oogontsteking, de neuroparalytische oogontsteking, die na doorsnijding of degeneratie van den n. Trigeminus ontstaat, alsook de keratitis en huidaandoening bij Herpes zoster frontalis.

Die beide analoga hebben echter hunne waarde als bewijzen van zenuwinvloed verloren.

Reeds vóór 24 jaren toch gelukte het mij overtuigend aan te toonen [1], dat die zoogenaamde *neuroparalytische* oogontsteking vóórkomen of hersteld kan worden, als men het oog voldoende beschut voor beleediging, uitdrooging en verdere schadelijke invloeden, waaraan het oog blootstaat als de beschuttende invloed van het *gevoel* gemist wordt. Door bij het konijn, met doorgesneden Trigeminus, het oog te sluiten en het voelende oor voor de gevoellooze oogleden te hechten, werd de beteekenis van neuroparalytische ontsteking te niet gedaan.

Evenzoo verloor de Herpes zoster alle bewijskracht voor

---

[1]) H. Snellen. De invloed der zenuwen op de ontsteking. Utrecht 1857.

directen invloed van zennuwwerkdadigheid op ontsteking. De pathologisch-anatomische onderzoekingen van Wyss[1]) hebben aan het licht gebracht dat men hier te doen heeft met een etterend proces van de zenuwvezelen zelve, dat zich tot de zenuwuiteinden in de huid en in het hoornvlies voortplant.

Meer en meer wordt dus de ter verklaring van sympathische ophthalmie aangenomen reflectorische zenuwwerking eene op zichzelf staande voorstelling; en ook hier ontbreekt het niet aan reden tot twijfel. De inklemming van ciliairzenuwstammen, die als uitgangspunt gold, wordt dikwijls niet gevonden. Men heeft er ook gewicht aan gehecht, dat somtijds de kyklitis op het tweede oog op correspondeerende punten ontstaat als op het eerstaangedane oog; maar in andere gevallen ontbreekt die overeenstemming, en kan ze dus aan toeval of bijkomende omstandigheden toegeschreven worden.

Wel kan reflectorische of irradieerende zenuwwerking optreden als oorzaak van sympathische neurose [2]) (consensuelle irritatie, traanafscheiding, accommodatiestoornis, tijdelijke anopsie). Maar neurose is geene ontsteking. Sympathische neurose en sympathische ontsteking kunnen samengaan of elkander opvolgen, maar het zijn twee op zichzelf staande processen, die streng uiteen te houden zijn.

Het wordt meer en meer waarschijnlijk, dat sympathische ontsteking langs een anderen weg voortgeplant wordt.

---

[1]) Wyss. Beträge zur Kenntnis des Herpes Zoster; Wagner's Archiv. XII, S. 261.

[2]) C. F. Donders. Klin. Monatsbl., I. S. 448. — Th. Leber, Archiv. f. Ophth., XXVI, 2. S. 249.

Sympathische kyklitis ontstaat niet, dan nadat in het eerstaangedane oog zich een kenmerkend proces heeft ontwikkeld. Ze is nooit eerder waargenomen, dan 2 à 3 weken na de verwonding, in den regel later, somtijds eerst na jaren. Belangrijke vermindering van het gezichtsvermogen van het verwonde oog gaat altijd vooraf. Er ontstaat daar iritis, kyklitis, chorioiditis met verduistering van het pupilvlak en van het glasvocht [1]). Aanvankelijk is de tensie verminderd; in den regel constateeren we verhoogde tensie, voordat het tweede oog aangedaan wordt. Deze toename der tensie gaat uit van de achter de iris gelegene deelen van het oog. De iris is naar voren gedrongen. Bij anatomisch onderzoek vinden we de iris geïnfiltreerd en vooral aan hare achtervlakte bedekt met vast exsudaat. Het glasvocht en tevens veelal ook, geheel of gedeeltelijk, het netvlies zijn trechtervormig samengetrokken [2]). De top van den trechter blijft met den opticus samenhangen en schijnt hier het weefsel naar voren te trekken.

We mogen aannemen dat de lymphbanen van de iris en van het voorste gedeelte van het oog geobstrueerd, die van het achter de iris gelegen gedeelte daarentegen gedilateerd zijn.

De anatomische veranderingen van het uveaalweefsel zijn karakteristiek. We vinden dit steeds verdikt en geïnfiltreerd en bedekt met lymphoïde cellen en met korrelgroepen. Deze lymphoïde cellen en korrels zijn door het geheele achterste gedeelte van het oog verspreid.

De genoemde pathologische veranderingen kunnen we tot twee categoriën terugbrengen: 1°. verwijding van de

---

[1]) A. von Graefe. Klin. Monatsbl., I, S. 447.

[2]) Th. Treitel. Archiv. f. Ophth., XXVI. 3, S. 83.

achterste lymphwegen, 2°. infective plastische ontsteking van het uveaalweefsel.

Ik neem aan dat deze twee factoren moeten coincideeren om de secundaire affectie van het tweede oog te doen ontstaan. Daardoor zou kunnen verklaard worden hoe in de verschillende gevallen een zoo uiteenloopende duur van tijd vereischt wordt, alvorens het tweede oog verschijnselen vertoont.

De weg, waarlangs de aandoening van het eene oog naar het andere wordt overgeplant, is meest waarschijnlijk bij de lymphbanen te zoeken.

De perichorioidale lymphruimte is in den regel ten deele verwijd [1]).

De weefsels rondom de papilla nervi optici zijn geimpregneerd met lymphoïde cellen.

Prof. Mac. Gillavry [2]) heeft het eerst aangetoond, en na hem is dit herhaaldelijk geconstateerd — dat overeenkomstige lymphoïde cellen te vinden zijn in de subdurale lymphruimten van de gezichtszenuw.

Max Knies [3]) toonde die lymphoïde cellen aan in de arachnoïdea van *beide* optici, in een lethaal geval, waar gedurende het leven op een oog duidelijke Iritis was waargenomen — echter niet van traumatischen aard.

In een geval van ware sympathische ophthalmie, waar na de extirpatie van het verwonde oog lethale meningitis gevolgd was, vond Pagenstecher [4]) in *beide* oogen de

---

[1]) B. Steinheim. Knapp's Archiv. f. Ophth., IX. S. 51.

[2]) Compte Rendu, 6me Session du Congrès Intern., Amsterd. 1879, II. pag. 284.

[3]) Bericht Ophth. Ges. Heidelberg, 1879. p. 52. — Knapp's Archiv. f. Ophth., IX, S. 1.

[4]) Herman Pagenstecher, Klin. Monatsbl., XI, 123.

papillae nervi optici met omliggend weefsel, alsook uvea en glasvocht, geïnfiltreerd met lymphoïde cellen.

De waarnemingen van meningitis na extirpatie van oogen met purulente ontsteking maken het aannemelijk, dat de sepsis zich langs den opticus naar de intercranieele holte kan voortplanten.

Ik nam een geval waar van meningitis en otitis, dat gelijktijdig met sympathische kyklitis ontstond, tengevolge van verwonding van eén oog. De Heer N., oud 27 jaar, kwam den 17den October 1876 met purulente infiltratie van hoornvlies en lens bij mij; hij had het oog, toen drie weken te voren, bij het openen van een Champagneflesch verwond; 8 November kliefde ik de cornea en liet ik de gezwollen lens naar buiten, omdat het oog hard en pijnlijk was. Tot extirpatie besloten we niet terstond, uit vrees wegens den purulenten toestand van het oog, en tevens ook, omdat we toen, naar onze overtuiging van destijds, meenden sympathische aandoening niet te vreezen te hebben, wanneer de verwonding zich niet tot in de ciliairstreek uitstrekt. Weinige dagen later was het tweede oog geïnjicieerd en vertoonde spoedig alle verschijnselen van sympathische kyklitis. Tevens verminderde het gehoor aan beide zijden; patient klaagde over hevige hoofdpijnen en begon te ijlen.

Den 23sten November extirpeerde ik het verwonde oog. De patient was toen geheel comateus. Allengs hebben zich de cerebraalfunctiën hersteld, maar patient bleef blind en doof. In denzelfden toestand bevindt hij zich tot op heden. Het tweede oog bleef aanvankelijk pijnlijk en is thans geheel geatrophieerd. Het geëxtirpeerde oog werd aan Prof. Mac Gillavry afgestaan, omdat deze toen juist zich bezig hield met onderzoekingen over sympathische ophthalmie, die hij op het Congres te Amsterdam zoude mededeelen. Retina en glasvocht waren trechtervormig naar voren getrokken. De uvea was merkelijk

verdikt en met lymphoïde cellen geïnfiltreerd. Lymphoïde cellen werden ook gevonden in den omtrek van de papilla en in de subdurale lymphruimten van den n. opticus.

Pagenstecher [1]) heeft een geval medegedeeld, waar, bij eene verwonding, de n. opticus afgescheurd was, en ook sympathische ontsteking aan het tweede oog volgde. Op grond daarvan concludeert hij tegen voortplanting langs den opticus. Maar het schijnt mij volstrekt niet onaannemelijk dat, ook na afscheuring van de zenuw, de lymphwegen zich langs het bindweefsel kunnen herstellen. Hetzelfde is ook te verwachten bij opticusdoorsnijding, die men ter vervanging van extirpatie heeft willen aanbevelen, maar waarvan laatstelijk herhaaldelijk de meest ongunstige uitkomsten zijn medegedeeld [2]).

Alle zenuwstammen zijn van lymphscheden omgeven, en bij ontsteking van den bulbus kan men dus ook overeenkomstige infiltratie van de ciliairzenuwscheden verwachten. Nettleship [3]) vond dit onlangs bevestigd en schrijft daaromtrent: «In the sections of ciliary nerves a considerable space was often present between the nerve and its fibrous sheath.... In many parts there was a considerable collection or infiltration of cells in the tissue external to the nerves." Hij brengt hierbij in herinnering, dat reeds in 1874 door Herman Schmidt [4]) (van Mar-

---

[1]) Herman Pagenstecher. Knapp's Archiv. f. Ophth., VIII, S. 65.

[2]) Klinische Beobachtungen über die sympathische Ophthalmie. Aus der Graefe'schen Augenanstalt zu Halle, von Dr. Bunge, Dessau, 1880, en Th. Leber, Arch. f. Ophth., XXVII; I. S. 331.

[3]) E. Nettleship, Three cases of symp. Ophth. — Transact of the Clin. Soc. of London. Vol. XIII. 1880.

[4]) Klin. Monatsbl., XII, 1874, S. 182.

burg) medegedeeld was, dat deze bij dergelijk onderzoek gevonden had dat de zenuwvezelen zelve onveranderd waren, maar dat zich tusschen de vezelen een groot aantal lymphoïde cellen bevond.

Indien we mogen aannemen, dat het inflammatoir proces zich tot de hersenen en tot het tweede oog kan voortplanten langs de lymphvaten, dan doet zich de vraag op, wat men zich als het substraat, dat de infectie overbrengt, denken moet?

Leber [1]) opperde in het vorige jaar het denkbeeld, dat meningitis, zooals die somtijds na extirpatie van een purulent oog ontstaat, het gevolg kan zijn van parasitaire infectie. »Als Ursache solcher Vorfälle muss wohl eine Infection der Orbitalwunde angenommen werden, welche in loco nur zu einer unbedeutenden, der Beobachting sich entziehenden infectuösen Entzünding von propagatorischen Charakter führt, vermutlich durch Venenbahnen in die Schedelhöhle weiterkriegt."

Berlin [2]) heeft het eerst de hypotese gesteld, dat ook de ontsteking, die tot sympatische aandoening leidt, van parasitairen aard zou kunnen zijn; en het voetspoor van Leber volgende, zocht hij, evenals Leber bij meningitis, ook hier den weg van voortplanting in de venae.

Leber [3]), op zijne beurt, sluit zich thans bij Berlin aan, wat aangaat de voorstelling van de parasitaire natuur van sympathische kyklitis; maar daarentegen wil hij hier *niet* door de venae, maar *wel* door de lymphanen het

---

[1]) Leber. Archiv. f. Ophth., XXVI. III, S. 210.

[2]) R. Berlin. Volkmann's Sammlung klinischer Vorträge, No. 186. 1880.

[3]) Th. Leber. Archiv. f. Ophth., XXVI, III, S. 211.

proces zien voorschrijden [1]. «Es steht desshalb für mich fest, wenn die sympathische Entzündung eine infectuöse ist, so kann die Fortleitung nur durch den Schnerven erfolgen.»

Bij hystologisch onderzoek van bulbi, die sympathische ontsteking veroorzaakten, heeft men naast de lymphoïde cellen telkens korrelige massa's gevonden, die voor ophoopingen van parasitaire microphyten zouden kunnen gelden. Gewoonlijk geschiedt zoodanig onderzoek niet dan nadat de weefsels in chroomzuur verhard zijn. Zoude men bij deze korrelige massa's beweging zien, indien men, met het oog hierop, den bulbus onmiddellijk na de extirpatie versch onderzocht?

Leber is geneigd dit bevestigend te beantwoorden op grond van zijne laatste bevindingen: In een verwond oog, dat hij wegens sympathische ontsteking extirpeerde, zag hij in de verschillende deelen van den oogbol bewegende moleculen van allerlei grootte [2]: «Ihre Grösse ist verschieden und geht bis an die Grenze der Sichtbarkeit; auch die Form ist ungleich; die Gebilde sind theils isolirt, theils zu zwei oder mehrere an einander hängend; überall erhält man aber, durch lebhafte, drehende, kreisende Bewegungen und Formveränderungen, den Eindruck des Lebendigen.»

Ik had dezer dagen gelegenheid hetzelfde te constateeren: Bij een vijftienjarig meisje, dat 21 dagen te voren door een weversspoel verwond was, vond ik een groote, zwartgekleurde cicatrix in de ciliairstreek, totaal verlies van lichtperceptie en pijnlijkheid bij aanraking. Het tweede oog nog normaal. Ik extirpeerde het verwonde oog en tevens een stuk van den opticus. Onmiddellijk daarop kliefde ik

---

[1]) Th. Leber. Archiv. f. Ophth., XXVII, I, S. 331.

[2]) Archiv. f. Ophth., XXVII, I, S. 341.

den bulbus, snijdende door de cicatrix en langs den opticus, maar dezen aanvankelijk intact latend. Er werd gezorgd alleen volkomen zuivere instrumenten en uitgekookte zoutoplossing te bezigen. Door afschrappen van de sneevlakte van de cicatrix verkreeg ik reeds dadelijk een praeparaat van louter bewegende moleculen. Het geheele veld onder het microscoop was leven en beweging. We overtuigden ons spoedig dat dit in hoofdzaak pigment was van de geprolabeerde en ingeklemde iris, zooals we ook herhaaldelijk vonden in de bij iridectomiën afgesneden iris. Maar er waren hier ook korrels bij, die om hunne meer ampele bewegingen voor micrococci mochten gehouden worden. Hetzelfde werd gevonden over de geheele chorioïdea. De schede van den opticus werd onder de vereischte voorzorgen geopend en ook daar vertoonden zich bewegende korrels, die allezins met *micrococci* overeenstemden.

Wat de verhouding is van micrococci tot septische processen, — of ze als oorzaak of als gevolg zijn te beschouwen, is eene kwestie, die we hier onaangeroerd laten. Maar wel mogen we de overtuiging uitspreken, dat toenemende kennis van septische microphyten er toe zal kunnen bijdragen om ons den weg te doen vinden, waarlangs zoodanige processen voortschrijden. We zullen in elk geval wel doen om naast de toename van lymphoïde cellen ook op de toename en ophooping van microphytische organismen onze aandacht te vestigen.

De traumatische chorioïditis draagt hier alle kenmerken van eene septische ontsteking: het vaatrijke vlies, dat door de vaste, weinig doordringbare sclera behoort beschut te worden, wordt gekneusd, aan de lucht blootgesteld en in direct contact gebracht met den in omzetting verkeerenden mucus van de conjunctiva. Als er ooit gelegenheid is voor septische wondinfectie, dan is zulks voor het geprolabeerde chorioidaalweefsel het geval, en het

kan geene verwondering baren dat ook hier de septische infectie door het lymphstelsel wordt verder gebracht.

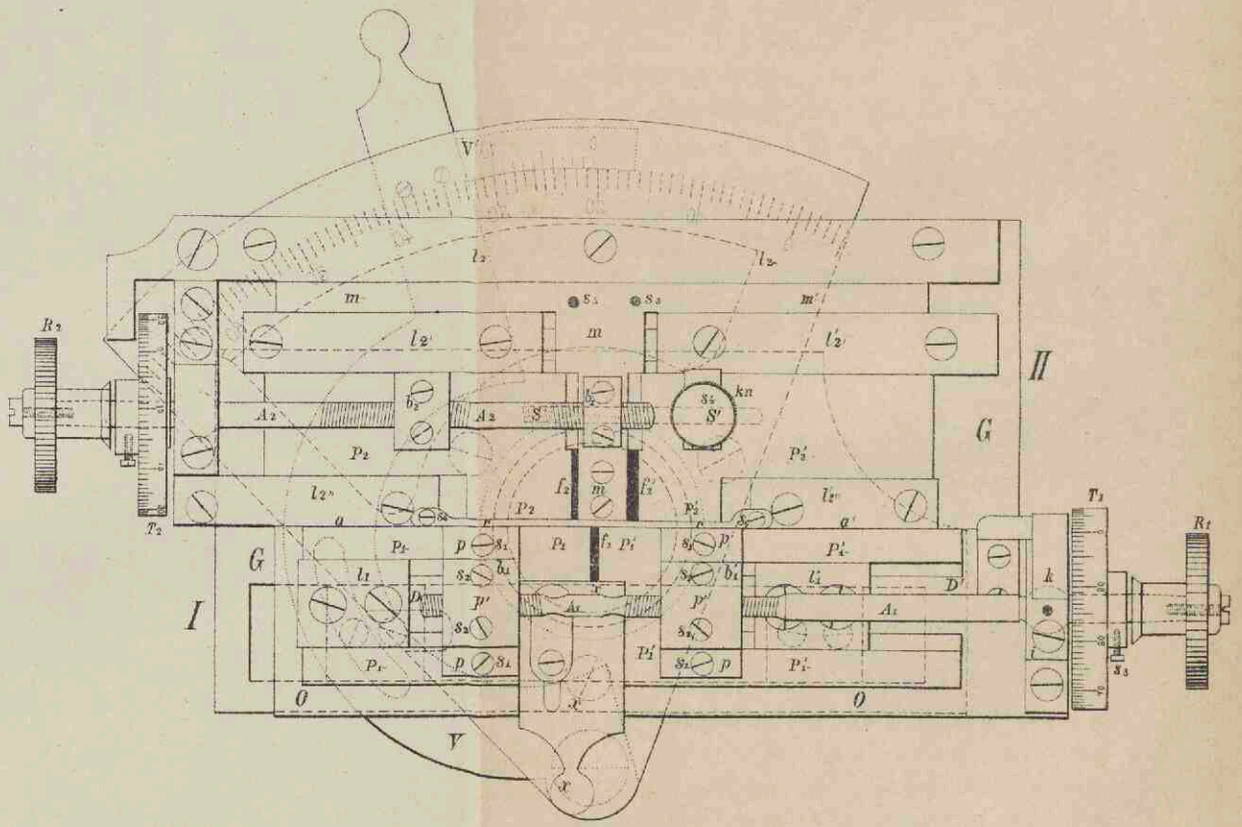
De inhoud der hier medegedeelde beschouwingen, kortelijk samengevat, leidt tot de volgende slotsom:

1°. De hypothese dat sympathische ophthalmie zou berusten op reflexwerking van cilliairzenuwen mist allen vertrouwbaren grond.

2°. Sympathische ophthalmie gaat uit van septische chorioïditis van kenmerkenden aard, waarvan de oorsprong in den regel te zoeken is in abnormaal contact van de uvea met de uitwendige weefsels van het oog.

3°. De vaatveranderingen, de toename van lymphoïde cellen en ook de ophooping van microphyten wijzen den weg aan, waarlangs het proces voortgeplant wordt.

4°. Naar het tegenwoordig standpunt onzer kennis ligt de waarschijnlijkste weg van voortplanting in de lymphbanen van de gezichtszenuw.



J. A. C. Andersen del.

Tekerk Kot-Isch. Tryckeri.

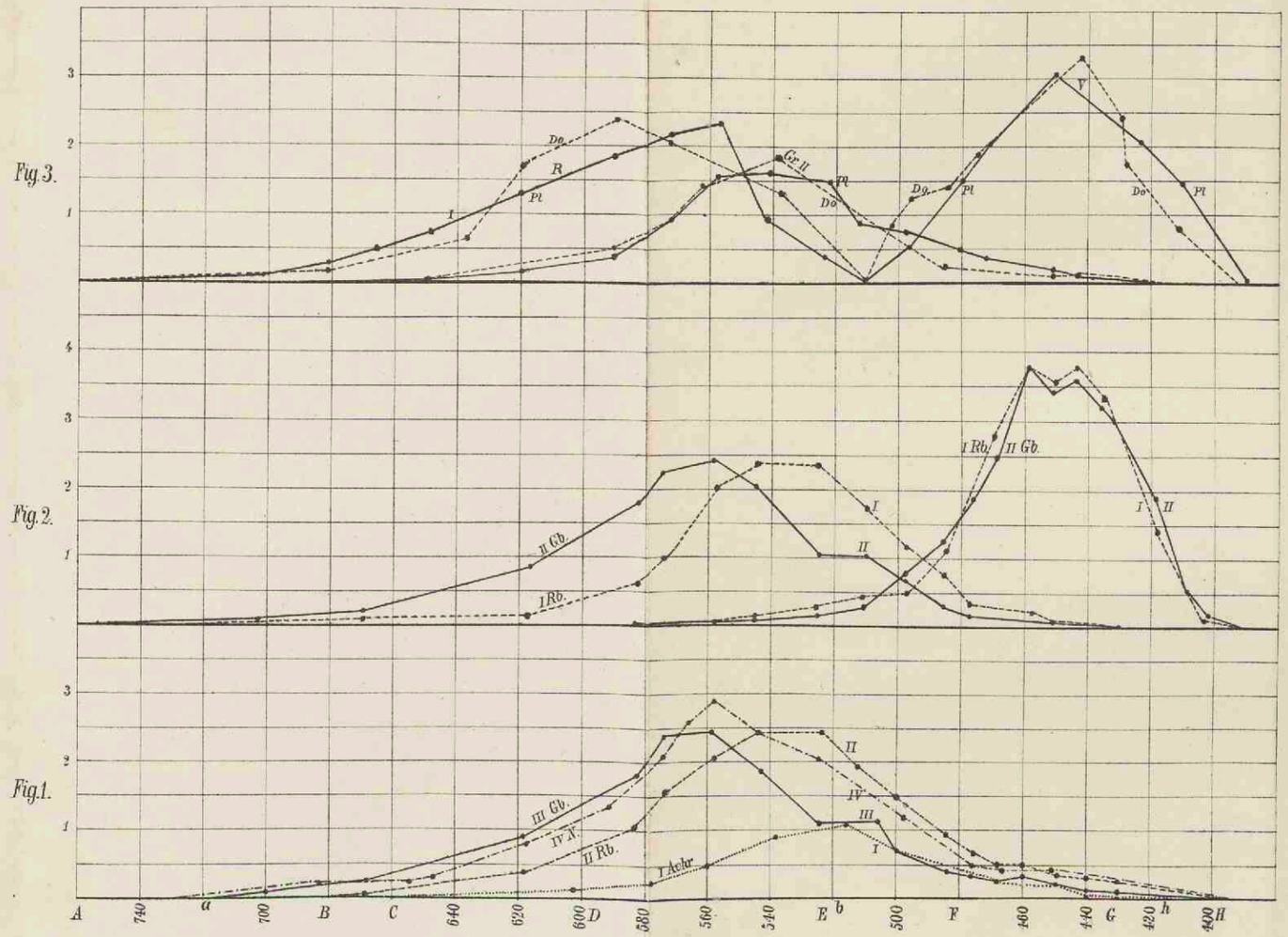


Fig. 3.
Fig. 2.
Fig. 1.
Do.
R
Pl.
I
Gr. II
Pl.
Do.
Do.
Pl.
Do.
Pl.
V
II Gb.
I Rb.
I
II
I Rb.
II Gb.
I
II
III Gb.
IV X.
II Rb.
I Achr.
II
IV
III
I
A
740
a
700
B
C
640
620
600
D
580
560
540
E
b
500
F
460
440
G
420
h
400
H