



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

<https://hdl.handle.net/1874/357390>



VIER-EN-TWINTIGSTE JAARLIJKSCH VERSLAG

BETREKKELIJK

DE VERPLEGING EN HET ONDERWIJS

IN HET

NEDERLANDSCH GASTHUIS

VOOR

OOGLIJDERS.

~~~~~

UITGEBRACHT IN JULI 1883

DOOR

F. C. DONDERS.

~~~~~

Met het Achttiende Nummer der Wetenschappelijke Bijbladen.

~~~~~

UTRECHT,  
G. METZELAAR.

1883.



N. oct.

~~558~~<sup>A</sup>

*N. 20559 a*

*Ts. Oct. 9 223*

VIER-EN-TWINTIGSTE JAARLIJKSCH VERSLAG (1882)

BETREKKELIJK

DE VERPLEGING EN HET ONDERWIJS

IN HET

NEDERLANDSCH GASTHUIS

VOOR

O O G L I J D E R S .

UITGEBRACHT IN JULI 1883

DOOR

F. C. DONDE RS .

Met het Achttiende Nummer der Wetenschappelijke Bijbladen.



UTRECHT,  
G. METZELAAR.

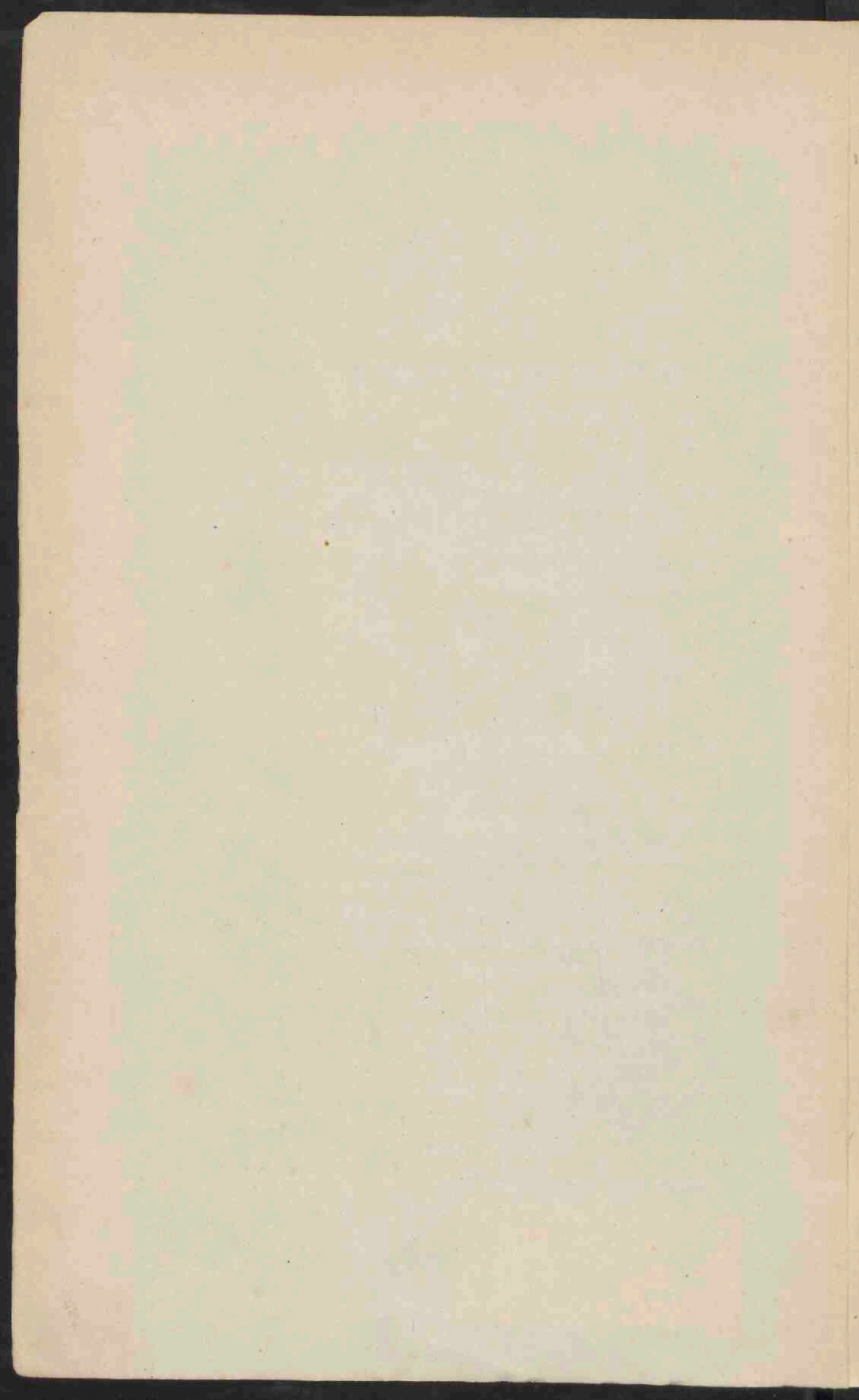
1883.

RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT



2351 964 2





VIER EN TWINTIGSTE JAARLIJKSCH VER-  
SLAG, betrekkelijk de verpleging en het onder-  
wijs in het *Nederlandsch Gasthuis voor Ooglijders*,  
van den 1 Januari 1882 tot den 1 Januari 1883,  
ter vergadering van Bestuurders en Afgevaar-  
digden, gehouden te Utrecht, den 12 Juli 1883,  
uitgebracht door F. C. D o n d e r s, Directeur  
der Instelling.

---

*Hooggeachte Heeren Regenten, Bestuurders  
en Afgevaardigden!*

Voor de 24<sup>e</sup> maal sta ik voor U, mijne Heeren, ge-  
reed het jaarlijksch verslag uit te brengen omtrent onze  
instelling, — met hetzelfde dankbare gevoel, dat mij  
telken jare bezielde. Gij verwacht, dat ik u daarbij  
tevens den uitslag zal mededeelen onzer voorloopige be-  
moeiingen tot verbetering en uitbreiding van ons gasthuis,  
en ik zal die verwachting niet beschamen.

Vangen wij aan met de behandeling en verpleging  
gedurende het laatst verlopen jaar, dan blijkt, dat het  
aantal lijdens alweder met 200 is toegenomen en nagenoeg  
het cijfer van 2500 heeft bereikt, terwijl daarentegen  
dat der verpleegden van 435 op 380 is verminderd.

Van een en ander geeft onderstaande tabel U een

overzicht en stelt U in staat, de beide laatste jaren onderling te vergelijken.

| Herkomstig zijn uit:      | Behandelden. |       | Verpleegden. |       |
|---------------------------|--------------|-------|--------------|-------|
|                           | 1881.        | 1882. | 1881.        | 1883. |
| de stad Utrecht . . . .   | 892          | 1030  | 19           | 15    |
| „ provincie Utrecht . . . | 374          | 361   | 27           | 22    |
| „ Friesland . . . . .     | 6            | 17    | 1            | 9     |
| „ Groningen . . . . .     | 4            | 2     | 2            | „     |
| „ Drenthe . . . . .       | 16           | 19    | 6            | 9     |
| „ Overijssel . . . . .    | 125          | 65    | 77           | 38    |
| „ Gelderland . . . . .    | 217          | 242   | 74           | 68    |
| „ Noordholland . . . . .  | 182          | 250   | 45           | 33    |
| „ Zuidholland . . . . .   | 253          | 257   | 37           | 43    |
| „ Zeeland . . . . .       | 47           | 48    | 38           | 34    |
| „ Noordbrabant . . . . .  | 171          | 186   | 101          | 98    |
| „ Limburg . . . . .       | 6            | 9     | 3            | 8     |
| Vreemdelingen . . . . .   | 7            | 5     | 5            | 3     |
|                           | 2300         | 2491  | 435          | 380   |

De lijdens zijn, zooals blijkt, herkomstig uit alle provinciën des Rijks. Afgezien van de stad Utrecht, die als stad den naam geeft aan de *polikliniek*, bracht de provincie van dien naam ons 361 lijdens, Gelderland 242, Noordholland 250, Zuidholland 257, Noordbrabant 186. De vermeerdering, ten bedrage, zooals wij zagen, van 200, geldt vooral de provinciën Gelderland en Noordholland: voor deze laatste bedraagt ze niet minder dan 98, meerendeels gevallen, en wel in den hevigsten graad, van de granuleuse oogziekte, die te Amsterdam op schrikbarende wijze onder de Israëlitische bevolking verspreid is.

Wat de verpleging betreft, zal het uwe aandacht niet ontgaan zijn, dat stad en provincie Utrecht bij sommige andere provinciën verre achter staan. Terwijl uit beide,

gesamenlijk, het aantal verpleegden zich bepaalt tot 37, zond Noordholland er ons 33, Zuidholland 43, Gelderland 68, Noordbrabant niet minder dan 91, Overijssel 37, altijd dus meer nog dan de provincie Utrecht, de stad daaronder begrepen. Dat Utrecht een zooveel grooter contingent levert aan de polikliniek, andere provinciën aan de stationaire (d. i. met verpleging), vindt zijn verklaring, wat de polikliniek betreft, in den betrekkelijk geringen afstand en, wat de verpleging aangaat, in den aard der gevallen, wier belangrijkheid in den regel toeneemt, naarmate ze uit meer afgelegene oorden afkomstig zijn.

Ik veroorloofde mij bij die cijfers uwe aandacht iets langer te bepalen, omdat ik wenschte nog eens duidelijk te doen uitkomen, dat ons gasthuis meer is dan een lokale instelling, dat ze, in weerwil van de oprichting van soortgelijke instellingen in andere provincien, wat ze was bij haar vestiging, een *Nederlandsch* Gasthuis voor Ooglijders gebleven is.

Voor de vermindering van het aantal verpleegden, die bijna uitsluitend de provincie Overijssel betreft, is geen grond te vinden, en ze moge daarom wel als toevallig gelden.

Overigens zij opgemerkt, dat Professor Snellen, zooals hij mij verzekerde, om redenen, reeds in het vorig verslag vermeld, meer bedacht was op inkrumping dan op uitbreiding van het aantal verpleegden.

De tegemoetkoming in de verpleegkosten werd verstrekt:



|                           | In 1881. |                     | In 1882. |                     |
|---------------------------|----------|---------------------|----------|---------------------|
|                           | Lijders. | Verpleeg-<br>dagen. | Lijders. | Verpleeg-<br>dagen. |
| Uit eigen middelen . . .  | 234      | 5066                | 202      | 4097                |
| door Particulieren . . .  | 35       | 813                 | 31       | 565                 |
| „ Diakoniën. . . . .      | 19       | 602                 | 20       | 841                 |
| „ Gemeentebesturen . . .  | 58       | 1704                | 51       | 1365                |
| „ Armbesturen. . . . .    | 58       | 1695                | 54       | 1416                |
| „ Liefdegestichten. . . . | 22       | 506                 | 15       | 713;                |

kosteloze verpleging werd op 7 lijders toegepast met 267 verpleegdagen. — In het geheel dus 380 verpleegden met 8997 verpleegdagen: gemiddelde verpleegduur van 24 dagen.

Het aantal kosteloze consultatiën, waarbij in den regel ook kosteloos geneesmiddelen werden verstrekt, bereikte het aanzienlijke cijfer van 20450.

Als aanhangsel van het verslag vindt men de statistiek der waargenomen ziektevormen, en die der groote operatiën, bij de verpleegden bewerkstelligd. Het aantal van deze laatste steeg tot 286, bij 267 in 1881, dus een grooter cijfer op een kleiner aantal verpleegden, — een verhouding, die zeker pleit voor de belangrijkheid der opgenomen gevallen.

Onder die operaties telden 48 als extracties, 18 puncties van cataract, bijna 100 iridectomiën (d. i. uitsnijding van een gedeelte der iris, tot vorming van kunstmatigen oogappel of tot andere doeleinden), 34 peesklievingen tegen scheelzien, 18 operatiën tegen binnenwaarts gekeerde oogleden, 25 exstirpaties van oogbol bij ontaarding of gevaarlijke verwonding enz. — Een blik op de statistiek der ziekten zal den deskundige overtuigen, dat gewichtige gevallen in onze instelling frequenter zijn dan in soortgelijke, die hunne lijders voor een betrekkelijk



grooter deel uit de stad, waarin zij gevestigd zijn, en uit de onmiddellijke omgeving trekken.

Over den uitslag, waarmede de behandeling en in 't bijzonder de kunstbewerkingen bekroond werden, kunnen wij alleszins tevreden zijn. Besmetting is niet voorgekomen, gevallen van pyaemie en roos zijn niet gezien, en geen enkel der van cataract geopereerde oogen ging door ettering verloren: werd in een paar gevallen geen succes verkregen, zoo was dit het gevolg eener slepende ontsteking in de ciliairstreek, gevolgd door atrophie van het oog. Op het afweren van wondettering zijn onze niet overvulde kamers en de consequente toepassing der aseptische methode zeker niet zonder invloed gebleven.

Het onderwijs werd op de gewone wijze voortgezet. Prof. Snellen gaf de klinische lessen op afzonderlijke uren voor de candidaten van 't eerste en van het tweede jaar. Was dergelijke verdeeling uit den aard van het onderwijs reeds aanbevelenswaardig, eene splitsing zou buitendien wegens het stijgend aantal studenten noodzakelijk geworden zijn. Immers, kunnen honderdtallen hooren, 't is bezwaarlijk ook maar een paar tientallen te laten zien; en op *zien* met eigen oogen komt het aan, zal een kliniek doel treffen. Naast de klinische lessen werden oefeningen gegeven in operatieve oogheelkunde, op lijk en phantôme; en de operaties in vivo, in 't belang van het onderwijs zooveel mogelijk op een paar dagen in de week geconcentreerd, werden door vese belangstellenden, niet zelden door binnen- en buitenlandsche kunstgenooten zoowel als door studenten, bijgewoond.

Dr. Bouvin kweet zich op nieuw met ijver en talent van zijne taak, om door woord en daad de polikliniek vruchtbaar te maken voor de studenten, die gelegenheid vonden ze bij te wonen. Voorts was de Heer van

Genderen Stort, Arts en oud-Officier van Gezondheid van het Indische leger, thans assistent en tweede geneesheer, ook reeds in 1882 bij het onderwijs werkzaam, zich vooral wijdende aan het ontleedkundig onderzoek van zieke oogen, een tak, die bij de fysiek en de physiologie van het oog hier eenigszins op den achtergrond gebleven was. Na onder de vriendelijke leiding van Prof. Pekelharing zich de methoden te hebben eigen gemaakt, volgde hij weldra zijn eigen weg en verrijkte onze verzameling met tal van instructieve praeparaten, die het onderwijs ten goede komen.

Wat mij zelve betreft, ik bepaalde mij tot de aanwijzing in het gebruik van werktuigen, die tot den bouw en de verrichtingen van het oog betrekking hebben, en tot het leiden van onderzoekingen, daarmede in verband. Door een en ander werden ook eenige vruchten voor de wetenschap afgeworpen. Zoo hield Dr. Waelchli, vroeger interne van ons gasthuis, zich bezig met een topographie der gekleurde netvlieskogels, dat zich over zeer uiteenlopende vogelsoorten uitstrekt, — een eerste schrede op een niet onbelangrijk gebied. Met Dr. Burnham uit Cincinnati en Dr. Sulzer uit Zürich toetsten wij zekere kleurvergelijkingen van Lord Rayleigh, Prof. in de natuurkunde te Cambridge, welk onderzoek onverwachts licht verspreidde over de overgangsvormen van groenblindheid tot den normalen kleurzin. Persoonlijk zette ik mijne studiën voort over de kleurstelsels, hoofdzakelijk met het doel, om het verband tusschen de verschillende stelsels en daarmede de ontwikkeling van den kleurzin op te helderen, een gewichtig probleem der physiologie, dat nog op zijn oplossing wacht.

Voegt nu Prof. Snellen bij deze verhandelingen nog enkele bijdragen uit den schat zijner praktische erva-

ring, en deelt de Heer van Genderen Stort ons een en ander mede omtrent de resultaten van zijn mikroskopisch onderzoek, dan zullen de wetenschappelijke bijbladen van ons verslag weer een klein boekdeel vormen, dat wij ons voorstellen aan belangstellende deskundigen aan te bieden.

Vermelding verdient nog, dat ons mikroskoop, 't welk in den laatsten tijd ook aanwending vindt bij het nasporen van het verband van bacteriën tot verschillende ziektevormen van het oog, met een voortreffelijk indompelings-objectief (immersie-systeem) van hooge waarde van Zeiss verrijkt, daarmede aan alle eischen voldoet, en dat onze rijke verzameling van werktuigen werd vermeerderd met den astigmometer van Javal, een zeer vernuftigen toestel, die voor juiste en vlugge bepaling van astigmatisme ons zeer te stade komt.

Tegen het einde van het jaar 1882 moesten wij Dr. Bouvin voor onze instelling verliezen. Zeven jaren lang had hij als onze tweede geneesheer uitnemende diensten bewezen zoowel bij de behandeling en verplegers onzer ooglijders, als door zijn werkdadig aandeel bij het onderwijs. Meer en meer gehecht aan onze instelling, was hij onverdroten in haar belang werkzaam tot het laatst, en het kostte hem blijkbaar veel van haar en van ons te moeten scheiden. Maar de tijd was eenmaal daar, waarop hij zich mocht en moest geroepen achten, de wetenschappelijke kennis en de praktische ervaring, hier in ruime mate opgedaan, aan een geheel zelfstandigen werkkring dienstbaar te maken. Bij het scheiden, van beide zijden niet zonder aandoening, spraken wij onzen warmen dank uit, en hier moge die nog eens in het openbaar worden herhaald. Als standplaats koos Dr. Bouvin de Residentie, waar, met onze oprechte belangstelling, onze beste wenschen hem volgden.



Vervangen werd Bouvin aan ons gasthuis door den Heer van Genderen Stort, boven reeds vermeld als over 't geheele jaar 1882 werkzaam voor onze instelling, die, op hare beurt, hem de gelegenheid bood, zich tot oogheelkundige te vormen. De Heer Stort was geroepen, om uitsluitend de taak te vervullen van tweeden geneesheer en assistent bij het onderwijs, op gelijken voet als de assistenten op andere klinieken, zonder, als Dr. Bouvin, ons in de privaat-praktijk ter zijde te staan. Aan onze instelling, en dááaraan alleen, wijdt hij den geheelen dag zijn beste krachten. Nauwkeuriger nog dan vroeger kan op de zich steeds uitbreidende polikliniek nu ieder geval worden onderzocht, nauwkeuriger van alle belangrijke toestanden aanteekening gehouden, en een aanzienlijke uitbreiding heeft onze collectie van ziektekundige ontleedkunde, de makroskopische zoowel als de mikroskopische, van zijnen ijver te wachten.

Overigens heeft Prof. Snellen, na het vertrek van Dr. Bouvin, zich op de polikliniek met een goed deel van diens praktische werkzaamheden belast.

Voor het toezicht op de verpleging is sedert Februari opgetreden Mejufvrouw Campagne, die op het gebied van ziekenverpleging zich te Utrecht en elders reeds had verdienstelijk gemaakt. Wij hadden allen grond tevreden te zijn met den Heer Guise, Vader en meer nog Oekonoom van ons gasthuis, die zich als volijverig, bekwaam en zuinig administrateur had doen kennen. Ook verdienden de pogingen zijner echtgenoot, om én het huishouden te besturen én een wakend oog te houden op de verpleging, alleszins waardeerling. Maar bij het klimmen der jaren werd die tweeledige taak haar toch te zwaar, en bleek, dat bij

de verpleging, vooral in betrekking tot de kinderen, meer bestendig opzicht noodig was, terwijl daarin ook over het geheel wel eenige hervorming werd gevorderd, zooals men die alleen van eene bekwame verpleegster verwachten kan: en nu waren wij gelukkig genoeg, Mejufvrouw Campagne, laatstelijk hoofdverpleegster in het kinderziekenhuis te Rotterdam, voor die taak te winnen, waarvan zij zich met algeheele toewijding gekwetent heeft. Bezoekt Gij onze zalen, dan zal U niet ontgaan, dat het nauwlettende oog der beschaafde vrouw daarover waakt, en dat in houding en toon van het personeel zoowel als van de zieken de invloed daarvan zich openbaart. Een afzonderlijke verpleegster van dien stempel is onontbeerlijk, zoodra de echtgenoot van den oekonom hare taak vooral in het huishouden en in de zorg voor de keuken zoekt.

*Financiën, benevens plannen tot verbetering en uitbreiding.*

A. *Verplegingsfonds.*

a. De Ontvangsten bedroegen:

|                               | 1881.                     | 1882.                     |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1. Aan verpleeggelden . . . f | 6370.24 <sup>s</sup> .    | f 5546.42.                |
| 2. „ particul. bijdragen . „  | 4721.90.                  | „ 4632.65.                |
| 3. „ renten van kapitalen. „  | 2039.89.                  | „ 2153.50 <sup>s</sup> .  |
| 4. „ huur van gebouwen. „     | 500.—.                    | „ 500.—.                  |
|                               | <hr/>                     | <hr/>                     |
|                               | f 13632.02 <sup>s</sup> . | f 12832.57 <sup>s</sup> . |

Zij bleven in 1882 dus f 799.45 onder die van 1881, welke vermindering bijna uitsluitend aan het kleiner bedrag der verpleeggelden, een verschil van f 823.82 is toe te schrijven.

b. De Uitgaven beliepen aan:



|                                      | 1881.                | 1882.                          |
|--------------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| 1. onderhoud van gebouwen . <i>f</i> | 615.44 <sup>5</sup>  | <i>f</i> 2149.82 <sup>5</sup>  |
| 2. grond- en andere belastingen. „   | 213.18               | „ 213.18                       |
| 3. tractementen, loonen, enz. „      | 2392.70              | „ 2532.13                      |
| 4. voeding, verwarming, enz. „       | 7271.89 <sup>5</sup> | „ 6763.12                      |
| 5. kleeding en meubilair . . . „     | 1219.53              | „ 1795.45                      |
| 6. kosten van beheer . . . . . „     | 532.15               | „ 753.55 <sup>5</sup>          |
| 7. chemicaliën en instrumenten. „    | 1360.91              | „ 1273.26 <sup>5</sup>         |
|                                      | <i>f</i> 13605.81    | <i>f</i> 15480.52 <sup>5</sup> |

Zij zijn in 1882 dus *f* 1874.71<sup>5</sup> hooger dan in 1881, welk verschil grootendeels te zoeken is in Hoofdstuk 1, onderhoud van gebouwen, dat van 1881 met *f* 1534.38 overtreffende. Na hetgeen in het vorig verslag omtrent den gebrekkigen staat van het gebouw was medegedeeld, zal de verhooging van dit hoofdstuk geen verwondering baren. Het gold vooral de vernieuwing van vloeren, die geen uitstel duldde, zelfs bij het uitzicht, het gebouw over een paar jaren te kunnen verlaten: trouwens werd ook de verkoopwaarde van het pand door die vernieuwing gebaat.

De slotsom van mindere ontvangsten en meerdere uitgaven is nu deze: dat wij sluiten met een nadeelig saldo van niet minder dan *f* 2647.95.

Wel is waar zijn de omstandigheden, die tot dit nadeelig saldo aanleiding gaven, van tijdelijken aard: het onderhoud van gebouwen zal wel geen buitengewone uitgave meer vorderen, en de ontvangsten zullen uit verschillende bronnen ruimer kunnen vloeien. Maar er zijn andere redenen, waarom in het loopende jaar de uitgaven weer aanzienlijk boven die van vorige jaren zullen stijgen, als de hooge prijs van sommige levensmiddelen, de revisie van het nachtleger, de kosten van inwoning

en het, overigens zeer bescheiden, salaris onzer hoofdverpleegster, eindelijk de tractementsverhooging, in verband met zijne meerdere werkzaamheden, voor onzen tweeden Genceseheer billijk geacht. Regenten hebben daarom gevolg gegeven aan een vroeger verkregen machtiging, om den verpleegdag op een Gulden te brengen, waarmede die nog altijd lager blijft, dan in de meeste inrichtingen van gelijken aard, in elk geval nog aanzienlijk beneden de eigenlijke verpleegkosten. Tegen dien maatregel, sedert 1 Maart ll. ingevoerd, is dan ook door diakoniën en armbesturen zoo min als door lijdens, die uit eigen middelen in hunne verpleging voorzagen, eenig bezwaar geopperd, en op de aanvraag tot verpleging heeft hij tot dus verre ook geen merkbaaren invloed gehad.

Overigens blijft de instelling steeds bereid, waar het noodig blijkt, lijdens gratis op te nemen.

---

In het Verslag van het vorige jaar werden U de plannen tot verbetering en uitbreiding van ons Gasthuis kenbaar gemaakt. Regenten en Bestuurders wenschten een nieuw gebouw te stichten, dat aan alle eischen voor ziekenverpleging beter zou voldoen, tevens in de behoefte zou voorzien voor een tweede klasse van lijdens, een behoefte, niet minder sterk gevoeld, dan die voor behoeftigen, en, op bekwamen afstand van het Ziekenhuis gelegen, de waarde onzer instelling als inrichting van onderwijs zou verhoogen.

De beschikbare middelen waren daartoe echter geheel ontoereikend.

Tot het bereiken van het doel, werden Prof. Snellen en Spreker door U gemachtigd zich alvast te wenden

tot de Nederlandsche Geneeskundigen, met het onderzoek: dat ieder hunner, in den kring zijner patiënten, zijn invloed in het belang onzer instelling mocht doen gelden; en, onder medewerking der overige geneeskundige leden van het College van Regenten, de Heeren Prof. Dr. Doyer, Dr. Imans, en Prof. Dr. Loncq, die aan het tot de geneeskundigen gerichte adres ook het gezag leenden van hunnen naam, is aan genoemde machtiging gevolg gegeven. Velen onzer kunstgenooten nu gaven aan onzen wensch bereidwillig gehoor, en de verkregen uitkomsten hebben ons versterkt in de overtuiging, dat onze instelling op de sympathie van 't Nederlandsche volk mag rekenen. Het grootste deel, en dit lag in onze bedoeling, werd geschonken onder den vorm van bijdragen in ééns, hieronder nader te specificceeren, en deze zullen, ook met de voorloopige renten, uitsluitend bestemd blijven voor de verbetering en uitbreiding der instelling, — het doel, waarmede zij werden toegekend. Maar aan die poging hebben wij toch ook het toetreden te danken van niet minder dan 153 begunstigers (zie bijlage III), met een gezamenlijke jaarlijksche bijdrage van omstreeks *f* 500, die van stonden aan ten bate der verpleging komt.

---

Prijkte aan het hoofd der Bestuurders van ons Gasthuis, van de oprichting af, onze geëerbiedigde Koning, met de aanzienlijke gift van *f* 4000.—, Z. M. gaf thans een nieuw bewijs van H. D. belangstelling, en ook H. M. onze veelbeminde en geëerbiedigde Koningin hadden wij het voorrecht als Bestuurderesse in het album der stichting te mogen inschrijven.



Onder de nieuwe Bestuurders tellen wij verder:

|                                                                                                                    |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| H. D. H. de Hertogin van Aremberg, te Brussel met een bijdrage van . . . . .                                       | Fr. 500. |
| Den Heer Insinger, te Baarn met een bijdrage van . . . . .                                                         | f 1000.  |
| Prof. Dr. W. Berlin, te Amsterdam met een bijdrage van . . . . .                                                   | „ 250.   |
| Den Heer Janssen, te Amsterdam met een bijdrage van . . . . .                                                      | „ 500.   |
| Het Ziekenfonds van Enschedé en Lonneker, met een bijdrage van . . . . .                                           | „ 250.   |
| Jhr. Mr. H. G. C. L. Janssens, te 's Hage, met een bijdrage van . . . . .                                          | „ 300.   |
| Twee erfgenamen van wijlen Mej. G. M. van Voorthuijsen, te Utrecht . . . . .                                       | „ 500.   |
| Mevr. de Wed. W. Twiss, geb. Suermond, te Utrecht . . . . .                                                        | „ 1000.  |
| Mejonkvrouwe E. Twiss, te Utrecht . . . . .                                                                        | „ 1000.  |
| Dr. B. A. F. J. ter Horst, te Zwolle. . . . .                                                                      | „ 300.   |
| Z. E. den Heer F. 's Jacob, Gouverneur-Generaal van Ned.-Indië . . . . .                                           | „ 500.   |
| De Vereeniging tot Bevordering der Geneeskundige Wetenschap in Nederlandsch-Indië. . . . .                         | „ 500.   |
| A. C. Wertheim, te Amsterdam . . . . .                                                                             | „ 300.   |
| Dames Spiering, te Tiel . . . . .                                                                                  | „ 1500.  |
| Mr. W. R. Boer, Burgemeester van Utrecht de Broederschap van Regenten van het Eloyen-Gasthuis te Utrecht . . . . . | „ 300.   |
| Mevr. E. Doyer geb. Reinhold te Leiden. . . . .                                                                    | „ 250.   |
| Mevr. E. Doyer geb. Reinhold te Leiden. . . . .                                                                    | „ 250.   |

Als nieuwe Stichters verwierven wij:

H. K. H. Prinses Hendrik der Nederlanden met een

bijdrage van *f* 100.— en 50 anderen, wier namen, als bijlage van het Verslag, dankbaar zijn vermeld.

Giften in eens werden ons voorts toegekend tot een gezamenlijk bedrag van *f* 4345.86 terwijl door Dr. van Moll, te Rotterdam voorwaardelijk werd toegezegd, een bijdrage van *f* 250.

Ziedaar de belangrijke uitkomst der individuëele bemoeiingen onzer kunstgenooten. Niet minder dan *f* 18945.74 is daardoor tot op heden, 12 Juli '83, in de kas van het kapitaal Fonds gevloeid. In het brengen van onzen hartelijken collegialen dank, zijn wij, naar ik meen, niet te kort geschoten; maar, mede uit naam der overige geneeskundige leden van het College van Regenten, wensch ik dien hier te herhalen, daaronder ook de milde gevers zelve begrijpende, hetzij zij door tusschenkomst onzer kunstgenooten, hetzij op directe wijze, na kennisneming van ons verslag, ons hunne bijdragen deden toekomen. In het bijzonder heb ik onze oud-leerlingen en vrienden in Neêrlandseh Indië, die zich weder niet onbetuigd lieten, dankbaar te vermelden. Bleef bij vele anderen ons aanzoek onbeantwoord, locale belangen mogen daartoe hier en daar hebben medegewerkt, in het algemeen is de grond zeker geen andere als een zekere schroom, om te vragen van patiënten, die, door hen gevraagd, moeilijk kunnen weigeren. Behoeft het gezegd, dat wij die bescheidenheid volkomen eerbiedigen? Een schitterend bewijs, dat bijkomende consideratiën alléén, niet gemis aan sympathie, hen weerhielden, werd daardoor geleverd, dat velen ons niets hadden aan te bieden als hunne eigene inschrijving en wij in tal van nieuwe Stichters en Begunstigers weder onze kunstgenooten mogen begroeten. Zóózeer stellen wij die persoonlijke blijken van sympathie hunnerzijds op prijs, dat zij zelfs tegen teleurstellingen elders, die



ons, wij erkennen het dankbaar, gespaard werden, zouden hebben opgewogen. Erkentelijk drukken wij die Collega's, die als deskundigen het voorbeeld gaven, de hand, en wij twijfelen niet, of H.H. Bestuurderen zullen gaarne het besluit van Regenten onderschrijven, om aan die nieuwe Stichters het diploma van honorair-bestuurder aan te bieden.

In de vergadering van het vorig jaar werd het College van Regenten door U gemachtigd, te bekwamer tijd, bij het Gemeentebestuur en bij den Gemeenteraad de noodige stappen te doen, ten einde beschikking te verkrijgen over het hoekstuk van „Puntenburg,” dat door vorm, grootte en ligging geschikt werd geacht voor de oprichting van een nieuw gebouw. Aan die machtiging werd gevolg gegeven: uit naam van het College wendden Prof. Snellen en Spreker zich tot Burgemeester en Wethouders, om door hunne tusschenkomst de verlangde beschikking te zien toegekend. Zij vonden het dagelijksch Bestuur zeer geneigd, om aan onze wenschen gehoor te geven. Maar de beslissing liet zich wachten. Onbekend bleef het niet, dat van andere zijde onderhandelingen waren aangeknoopt, met het doel, om zich van zekere gedeelten van Puntenburg te verzekeren, en wel onder voorwaarden, die aan de geschiktheid van het door ons gewenschte stuk zouden afbreuk doen. Zeker zouden Regenten de belangen der Instelling met kracht hebben doen gelden en het niet aan pogingen hebben laten ontbreken, om een beslissing ten haren gunste uit te lokken, ware hun niet op officieuse wijze het uitzicht geopend op de toekenning van een terrein, dat uit meer dan één oogpunt voor het gewenschte doel zich in nog hoogere mate aanbeval. Dat terrein zou bestaan in een gedeelte, bepaald daartoe aangewezen, van het Sterren-

bosch, waaraan het dagelijksch Bestuur eene nieuwe bestemming wenschte te geven. En werkelijk werd, bij missive van 5 April 1883, door Burgemeester en Wethouders het voorstel daartoe aan den Gemeenteraad gedaan. In verband met den wensch van het dagelijksch Bestuur, om aan het Rijk een deel van het bedoelde terrein voor het oprichten van academische gebouwen toe te kennen, en wel in ruil van een vroeger daartoe schier afgedwongen gedeelte van den tuin van het groote Ziekenhuis, — zóóveel liever voor de belangen van dat Ziekenhuis ongeschonden te bewaren! — werd een plan overgelegd van de aan het Sterrenbosch te geven bestemming, op welk plan ook het voor ons doel gewenschte terrein was aangewezen. Maar die voordracht mocht de goedkeuring van den Gemeenteraad niet verwerven. Zij werd verworpen in de zitting van 19 April ll. Zooveel uit de discussie kan worden afgeleid, lag het bezwaar van den Gemeenteraad niet zoozeer in de voordracht zelve als in den drang tot onmiddellijke beslissing, die in betrekking tot den aan het Rijk voor te stellen ruil gevorderd werd, terwijl bovendien van de zijde van Hoogleeraren, blijkbaar uit vrees, dat uit nieuwe onderhandelingen nieuw uitstel voor den reeds al te lang verbeiden bouw der laboratoria mocht voortvloeien, daartegen bedenkingen werden geopperd. Overigens bestaat er, naar mijn bescheiden oordeel, bij Burgemeester en Wethouders alleszins aanleiding, om in gewijzigden vorm op hunne voordracht terug te komen. Dat de voorgestelde ruil, met het oog op de toekomst, door de belangen én van het Ziekenhuis én van de Universiteit om 't zeerst gevorderd wordt, daaromtrent kan, dunkt mij, bij deskundigen geen redelijke twijfel bestaan. Maar, onafhankelijk van iedere verdere bestemming, aan



het Sterrenbosch te geven, heeft het Collegie van Regenten in de afwijzing van den Gemeenteraad aanleiding gevonden, om zich officiëel te wenden tot Burgemeester en Wethouders, ten einde door hunne tusschenkomst te verkrijgen, dat het bij de voordracht op het plan aangewezen stuk hun voor het beoogde doel alsnog moge worden toegekend.

Overtuigd van de welwillendheid, zoowel van den Gemeenteraad als van het Dagelijksch Bestuur, vleien zij zich, dat, mocht hun verzoek niet voor onmiddellijke inwilliging vatbaar zijn, naast zoovele andere belangen, die onzer instelling er toe zullen bijdragen, om de beslissing omtrent de bestemming van het Sterrenbosch te bespoedigen.

In weerwil der ondervonden teleurstelling, blijft het College die beslissing met vertrouwen te gemoet zien.

En is zij eenmaal in gunstigen zin genomen, dan is de weg, dien wij verder te bewandelen hebben, aangewezen. Reeds werd met het oog op het ons toegedachte terrein een schets ontworpen van het op te richten gebouw, die U door Prof. Snellen zal worden verklaard. Het uitwerken daarvan tot een volledig plan, met begrooting, zal dan ons eerste taak zijn. Moge de verwachting, in dit najaar het terrein te onzer beschikking gesteld te zien, niet te sanguinisch blijken! Tegen dien tijd zouden ook de volledige plannen kunnen in gereedheid zijn en de gedetailleerde begrooting kunnen aanwijzen, wat tot uitvoering daarvan zal worden gevorderd. Gij weet, dat ons kapitaalfonds allengs is aangegroeid. Behalve de buitengewone bijdragen, aan de bemoeiingen onzer kunstgenooten te danken, werd in het afgelopen jaar daarin nog gestort aan

*Legaten:*

|                                                                                                      |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| van wijlen den Heer W. J. Burger Wzn.,<br>te Rotterdam . . . . .                                     | f 1000. |
| van wijlen Mejufv. Bogaers te Rotterdam . . . . .                                                    | „ 5000. |
| van wijlen den Notaris van Schermbeek<br>te Utrecht, 2 Certif. Inscr. Gr. N. W. S. $2\frac{1}{2}$ %. |         |
| van wijlen Mr. W. A. Wielink te Arnhem . . . . .                                                     | „ 300.  |
| van wijlen den Heer M. B. van Leer te<br>Gouda . . . . .                                             | „ 100.  |

De globale begrooting wijst evenwel aan, dat, om ons plan, met tweeledig doel, verpleging niet enkel, als tot dusverre, van behoefligen en minvermogenden, maar ook van een iets hooger en middelstand, als tweede klasse, — eene inderdaad steeds klimmende behoefte, — naar eisch ten uitvoer te brengen, afgezien van de kosten van het terrein, ons nog aanzienlijke giften zullen moeten toevloeien. Gesteund door de gewestelijke en gemeentelijke commissiën, die van de oprichting af niet ophielden de belangen onzer instelling te behartigen, hoopt het College van Regenten met een beroep op de medewerking van menschlievende stad- en landgenooten in het nog ontbrekende te voorzien. Maar zij achten het niet raadzaam, en wel ook minder voegzaam, zich openlijk en officiëel tot hen te richten, zonder op uitgewerkte plannen gegronde begrooting en aanwijzing van het nog benoodigde over te leggen, zonder zekerheid te kunnen aanbieden, dat, zoodra in het ontbrekende zal voorzien zijn, de aanbouw zal worden ter hand genomen en naar het vastgestelde plan ten einde gebracht.

Daartoe hopen zij weldra in staat te zijn.

---

STATISTIEK der oogziekten, voorgekomen in het  
*Nederlandsch Gasthuis voor Ooglijders* van den  
 1 Januari 1882 tot den 1 Januari 1883 bij  
 2491 lijders.

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| Ophthalmia catarrhalis . . . . .                      | 235 |
| „ granulosa . . . . .                                 | 5   |
| „ blennorrhoeica . . . . .                            | 4   |
| „ purulenta neonatorum . . . . .                      | 81  |
| „ diphtherina . . . . .                               | 1   |
| Trachoma . . . . .                                    | 126 |
| Ophthalmia serophulosa . . . . .                      | 179 |
| Panophthalmia . . . . .                               | 3   |
| Sphacelus corneae . . . . .                           | 6   |
| Ulcus cum hypopyo . . . . .                           | 22  |
| Ulcus corneae (keratitis) . . . . .                   | 76  |
| Irido-keratitis . . . . .                             | 1   |
| Prolapsus iridis . . . . .                            | 3   |
| Synechia anterior . . . . .                           | 21  |
| Keratitis diffusa . . . . .                           | 13  |
| Maculae corneae . . . . .                             | 95  |
| Leucoma . . . . .                                     | 36  |
| Staphyloma corneae et staphyloma scleroticae anterius | 8   |
| Cornea conica . . . . .                               | 1   |
| Kyklitis . . . . .                                    | 6   |



|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Iritis . . . . .                                 | 22 |
| Kerato-iritis . . . . .                          | 3  |
| Synechia posterior . . . . .                     | 13 |
| Atresia pupillae en irido-chorioiditis . . . . . | 28 |
| Irideremia. . . . .                              | 1  |
| Sclerotitis anterior en episcleritis . . . . .   | 17 |
| Cataracta senilis. . . . .                       | 91 |
| "    congenita . . . . .                         | 10 |
| "    diabetica . . . . .                         | 1  |
| "    secundaria . . . . .                        | 6  |
| "    mollis. . . . .                             | 12 |
| "    traumatica . . . . .                        | 10 |
| Luxatio lentis . . . . .                         | 6  |
| Aphakia . . . . .                                | 23 |
| Obscuratio corporis vitrei . . . . .             | 12 |
| Retinitis (apoplectica, luëtica) . . . . .       | 1  |
| "    e morbo Brightii . . . . .                  | 4  |
| "    pigmentosa (hemeralopia) . . . . .          | 7  |
| Neuritis optica . . . . .                        | 4  |
| Solutio retinae . . . . .                        | 23 |
| Mergylammen . . . . .                            | 1  |
| Chorioiditis . . . . .                           | 34 |
| Glaucoma . . . . .                               | 20 |
| Amblyopia congestiva . . . . .                   | 24 |
| "    et amaurosis cum papilla alba . . . . .     | 43 |
| Buphthalmos . . . . .                            | 2  |
| Atrophia bulbi . . . . .                         | 34 |
| Microphthalmus . . . . .                         | 1  |
| Spasmus clonicus palpebrarum . . . . .           | 3  |
| Tumor orbitae . . . . .                          | 1  |
| Anophthalmos . . . . .                           | 35 |
| Traumata . . . . .                               | 70 |
| Corpora aliena . . . . .                         | 78 |

|                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Paresis muscularis (strabismus paralyticus, ptosis<br>paralytica et mydriasis paralytica) . . . . . | 1   |
| Strabismus . . . . .                                                                                | 72  |
| Nystagmos . . . . .                                                                                 | 12  |
| Ptosis . . . . .                                                                                    | 3   |
| Entropion en dystichiasis . . . . .                                                                 | 13  |
| Ectropion. . . . .                                                                                  | 14  |
| Symblepharon . . . . .                                                                              | 3   |
| Abscessus palpebrae . . . . .                                                                       | 6   |
| Blepharadenitis. . . . .                                                                            | 63  |
| Tumor cysticus . . . . .                                                                            | 7   |
| Dacryocystitis (obstructio lacrymalis) . . . . .                                                    | 74  |
| Exanthema faciei et palpebrarum . . . . .                                                           | 1   |
| Asthenopia accommodativa . . . . .                                                                  | 25  |
| Myopia . . . . .                                                                                    | 138 |
| Presbyopia . . . . .                                                                                | 317 |
| Hypermetropia. . . . .                                                                              | 262 |
| Astigmatismus . . . . .                                                                             | 85  |
| Anisometropie . . . . .                                                                             | 20  |
| Lupus faciei. . . . .                                                                               | 2   |
| Pterygium . . . . .                                                                                 | 5   |
| Epithelioma . . . . .                                                                               | 1   |
| Paresis n. oculo-motorii. . . . .                                                                   | 4   |
| Polypus conjunctivae. . . . .                                                                       | 1   |
| Tumor oculi. . . . .                                                                                | 3   |
| Fistula sacci lacrymalis. . . . .                                                                   | 3   |
| Hordeolum . . . . .                                                                                 | 23  |
| Paresis n. abducentis. . . . .                                                                      | 2   |
| Keuring van spoorwegpersoneel . . . . .                                                             | 1   |
| Voorschriften van brillen . . . . .                                                                 | 910 |
| Dolor oculi . . . . .                                                                               | 2   |
| Coloboma chorioideae et iridis congenitum . . . . .                                                 | 3   |
| Scotoma . . . . .                                                                                   | 4   |

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Fistula corneae . . . . .         | 1 |
| Xerosis . . . . .                 | 1 |
| Chalazion . . . . .               | 2 |
| Caries ossis lacrymalis . . . . . | 1 |
| Ekthyma faciei et palp. . . . .   | 1 |
| Lagophthalmos . . . . .           | 2 |



## KUNSTBEWERKINGEN.

---

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Extractie van cataract . . . . . | 48 |
| Lineair-extractie . . . . .      | 8  |
| Punctie van cataract . . . . .   | 18 |
| Nastaar-operatie. . . . .        | 10 |
| Iridectomie . . . . .            | 97 |
| Staphyloma-operatie . . . . .    | 7  |
| Symblepharon-operatie . . . . .  | 2  |
| Tenotomie . . . . .              | 34 |
| Entropion-operatie . . . . .     | 18 |
| Exstirpatio bulbi . . . . .      | 25 |
| Blepharophimosis . . . . .       | 3  |
| Plastische operatie. . . . .     | 3  |
| Exstirpatie van tumor . . . . .  | 1  |
| Plerygium-operatie. . . . .      | 2  |
| Ectropion-operatie . . . . .     | 4  |
| Kapselklieving . . . . .         | 2  |
| Iridotomie . . . . .             | 2  |
| Vorlagerung. . . . .             | 1  |
| Sequestrotomie . . . . .         | 1  |

## A. Nieuwe Stichters-Bestuurders.

---

Z. M. de Koning der Nederlanden.

H. M. de Koningin der Nederlanden.

|                                                                                                                                                   |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| H. D. H. de Hertogin van Aremborg, te Brussel                                                                                                     | . Fr. 500.— |
| Jhr. Mr. H. G. C. L. Janssens, te 's Gravenhage                                                                                                   | . f 300.—   |
| Prof. Dr. W. Berlin, te Amsterdam                                                                                                                 | . „ 250.—   |
| de Heer Janssen te Amsterdam, directeur der Deli-<br>Maatschappij                                                                                 | . „ 500.—   |
| de Heer A. C. Wertheim, te Amsterdam                                                                                                              | . „ 300.—   |
| Dames Spiering, te Tiel                                                                                                                           | . „ 1500.—  |
| Mejonkvrouwe E. Twiss, te Utrecht                                                                                                                 | . „ 1000.—  |
| Mevr. de Wed. W. Twiss, geb. Suermondt, te Utrecht                                                                                                | . „ 1000.—  |
| Twee Erfgenamen van Mej. G. M. van Voorthuysen,<br>te Utrecht                                                                                     | . „ 500.—   |
| Mr. W. R. Boer, Burgemeester van Utrecht                                                                                                          | . „ 300.—   |
| de Broederschap van Regenten van het Eloyen-<br>gasthuis, te Utrecht                                                                              | . „ 250.—   |
| B. A. F. J. ter Horst, oogarts te Zwolle                                                                                                          | . „ 300.—   |
| Het Ziekenfonds voor Enschedé en Lonneker                                                                                                         | . „ 250.—   |
| Z. E. de Heer F. 's Jacob, Gouverneur-Generaal van<br>Ned.-Indië                                                                                  | . „ 500.—   |
| de Vereeniging ter bevordering der Geneeskundige<br>Wetenschap in Ned.-Indië                                                                      | . „ 500.—   |
| de Heer H. A. Insinger, te Pijnenburg aan de<br>Vuursche                                                                                          | . „ 1000.—  |
| Mevr. E. Doyer, geb. Reinhold, te Leiden                                                                                                          | . „ 250.—   |
| door Dr. van Moll, te Rotterdam, werd toegezegd, —<br>te storten, zoodra tot den bouw van het nieuwe<br>Gasthuis wordt overgegaan, een bedrag van | . „ 250.—   |

---

## B. Nieuwe Stichters.

|                                                                                           |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| H. K. H. Prinses Marianne der Nederlanden . . . . .                                       | f 200.— |
| H. K. H. Prinses Hendrik der Nederlanden . . . . .                                        | „ 100.— |
| Dr. A. H. Kuijper, te 's Hertogenbosch . . . . .                                          | „ 55.—  |
| J. Smit Jz., te Kinderdijk . . . . .                                                      | „ 50.—  |
| L. Smit, te Kinderdijk . . . . .                                                          | „ 100.— |
| Dr. A. van Eijk, te Heusden . . . . .                                                     | „ 50.—  |
| Dr. Bolsius, te Schijndel . . . . .                                                       | „ 50.—  |
| Th. Eetty, te Arnhem . . . . .                                                            | „ 50.—  |
| Vrouwe Baronesse Huijssen van Kattendijke, geb.<br>Gerken te Arnhem . . . . .             | „ 200.— |
| de Heer L. de Bruijn, te Beek, bij Nijmegen . . . . .                                     | „ 50.—  |
| Mevr. O. C. A. van Lith de Jeude, te Tiel . . . . .                                       | „ 100.— |
| Dr. J. K. Pameijer, te Tiel . . . . .                                                     | „ 50.—  |
| J. C. J. D. van Wessem, te Tiel . . . . .                                                 | „ 75.—  |
| Het Groot Zalt-Bommelsche Gasthuis te Zaltbommel . . . . .                                | „ 50.—  |
| de Heer Murk Lels, te Alblasterdam . . . . .                                              | „ 100.— |
| Dr. F. H. Blom Coster, te 's Gravenhage . . . . .                                         | „ 50.—  |
| Mr. C. J. E. Graaf van Bijlandt, te 's Gravenhage . . . . .                               | „ 50.—  |
| Jhr. P. O. H. Gevaerts van Simonshave, te 's Gravenhage. „                                | 50.—    |
| Douairière Gravin van der Goltz, geb. Des Tombe,<br>te 's Gravenhage . . . . .            | „ 100.— |
| Mevr. Janssen, te 's Gravenhage . . . . .                                                 | „ 100.— |
| Mr. J. Jochems, te 's Gravenhage . . . . .                                                | „ 100.— |
| Jhr. W. A. C. de Jonge, te 's Gravenhage . . . . .                                        | „ 50.—  |
| Mevr. A. de M. en D <sup>e</sup> E. de S. door Dr. de Jong,<br>te 's Gravenhage . . . . . | „ 50.—  |
| Ds. J. Moll, te 's Gravenhage . . . . .                                                   | „ 50.—  |
| Dr. J. A. Moll, te 's Gravenhage . . . . .                                                | „ 50.—  |
| N. N. door Dr. Blom Coster, te 's Gravenhage . . . . .                                    | „ 100.— |
| W. F. Baron Roëll, te 's Gravenhage . . . . .                                             | „ 60.—  |
| de Heer E. de Waal, te 's Gravenhage . . . . .                                            | „ 50.—  |
| Dr. D. L. van Wely, te 's Gravenhage . . . . .                                            | „ 60.—  |



|                                                                                             |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| de Heeren F. Mijnlieff Az. en G. M. Mijlieff Az., te<br>Nieuwerkerk aan den Yssel . . . . . | f 100.— |
| Mevr. de Wed. Dr. Korteweg, te Middelharnis . . . . .                                       | 50.—    |
| Dr. N. J. A. C. Stenberg, te Rotterdam . . . . .                                            | 100.—   |
| Dr. W. Rutgers van der Loeff, te Leiden . . . . .                                           | 50.—    |
| Mevr. Gevers van Endegeest, te Endegeest . . . . .                                          | 100.—   |
| de Heer J. H. Willink, te Oegstgeest . . . . .                                              | 60.—    |
| de Heer de Clercq, te Amsterdam . . . . .                                                   | 50.—    |
| „ „ Henri Hacke van Mijnden, te Amsterdam . . . . .                                         | 60.—    |
| Dr. van der Horst, te Amsterdam . . . . .                                                   | 50.—    |
| Dr. M. Juda, te Amsterdam . . . . .                                                         | 100.—   |
| de Heer George Rosenthal, te Amsterdam . . . . .                                            | 100.—   |
| Nederlandsch Tandheelkundig Gezelschap, te Amsterdam . . . . .                              | 100.—   |
| de Heer J. Nienhuis, te Amsterdam . . . . .                                                 | 200.—   |
| Prof. Dr. Place, te Amsterdam . . . . .                                                     | 100.—   |
| „ W. M. Gunning, te Amsterdam . . . . .                                                     | 50.—    |
| Mr. G. van Tienhoven, te Amsterdam . . . . .                                                | 50.—    |
| de Heer Charles Modera, te Domburg . . . . .                                                | 50.—    |
| Prof. Mr. J. Baron d'Aulnis de Bourouill, te Utrecht . . . . .                              | 50.—    |
| Vrouw Baronnesse van Ittersum geb. Sandberg, te<br>Utrecht . . . . .                        | 50.—    |
| Prof. Dr. W. Koster, te Utrecht . . . . .                                                   | 50.—    |
| Mr. E. H. 's Jacob, te Utrecht . . . . .                                                    | 50.—    |
| Mr. C. M. Blankenheijm, te Utrecht . . . . .                                                | 50.—    |
| Jhr. Mr. Ph. Ram, te Utrecht . . . . .                                                      | 50.—    |
| Dr. J. L. H. Haerten, te Utrecht . . . . .                                                  | 50.—    |
| Mr. J. J. Uytwerf Sterling, te Utrecht . . . . .                                            | 50.—    |
| Mevr. de Wed. Twiss geb. Snermondt, te Utrecht . . . . .                                    | 150.—   |
| N. N. door Prof. Donders, te Utrecht . . . . .                                              | 200.—   |
| N. N. door Prof. Snellen, te Utrecht . . . . .                                              | 50.—    |
| Dames F. B. G. A., te Zeist . . . . .                                                       | 50.—    |
| N. N., te Breukelen . . . . .                                                               | 60.—    |
| de Heer S. te Zeist, door Prof. Snellen . . . . .                                           | 100.—   |
| de kinderen van wijlen Dr. J. M. Baert de la Faille,<br>te Leeuwarden . . . . .             | 100.—   |
| Voogden van het Old Burgerweeshuis, te Sneek . . . . .                                      | 50.—    |

|                                                                          |        |
|--------------------------------------------------------------------------|--------|
| de Heer L. Lindeboom, te Zwolle . . . . .                                | f 50.— |
| Baronnesse van Nagel van Palland, te Zwolle . . . . .                    | 150.—  |
| Dr. Gewin, te Delden . . . . .                                           | 100.—  |
| Dr. M. E. Mulder, te Groningen . . . . .                                 | 60.—   |
| Dr. C. L. v. d. Burg, te Batavia . . . . .                               | 50.—   |
| Dr. A. v. d. Elst, te Batavia . . . . .                                  | 50.—   |
| Dr. C. Gutteling, te Batavia . . . . .                                   | 50.—   |
| Dr. Beijen Offic. v. Gez. O.-I. Leger . . . . .                          | 50.—   |
| Mr. C. G. de Beus, te Soerabaya . . . . .                                | 50.—   |
| de Heer W. A. Driessen, te Soerabaya . . . . .                           | 50.—   |
| Mr. J. J. C. Enschedé, te Soerabaya . . . . .                            | 50.—   |
| Dr. J. K. van Haastert, te Soerabaya . . . . .                           | 50.—   |
| Jhr. C. G. van Haften, te Soerabaya . . . . .                            | 50.—   |
| Dr. L. H. N. Vriesman, te Soerabaya . . . . .                            | 100.—  |
| Dr. A. K. W. Arntzenius, te Samarang . . . . .                           | 100.—  |
| de Heer H. P. J. van den Berg, te Samarang . . . . .                     | 50.—   |
| „ „ v. d. Broek Veeckens, te Samarang . . . . .                          | 100.—  |
| „ „ F. W. Cordes, te Samarang . . . . .                                  | 50.—   |
| „ „ J. S. Glaser, te Samarang . . . . .                                  | 50.—   |
| Mr. C. W. B. van Heeckeren en Mr. Caesar Voûte,<br>te Samarang . . . . . | 50.—   |
| de Heer B. van Houthuijsen, te Samarang . . . . .                        | 50.—   |
| Dr. L. R. E. Ledeboer, te Samarang . . . . .                             | 100.—  |
| de Heer J. G. Plate Jr., te Samarang . . . . .                           | 100.—  |
| „ „ Herman Salomonson, te Samarang . . . . .                             | 50.—   |
| „ „ F. Soesman, te Samarang . . . . .                                    | 50.—   |
| „ „ Ed. Vorden, te Samarang . . . . .                                    | 50.—   |
| „ „ Warnecke, te Samarang . . . . .                                      | 50.—   |
| „ „ H. H. van Wijk, te Samarang . . . . .                                | 50.—   |
| Dr. F. J. Cornelissen, te Buitenzorg . . . . .                           | 50.—   |
| de Heer F. B. 's Jacob, te Buitenzorg . . . . .                          | 50.—   |
| Dr. W. Laidlaw Purves, te Londen . . . . .                               | 50.15  |
| Een dankbare patiënt uit Stutgart . . . . .                              | 50.—   |

## C. Begunstigers.

|                                 |               |
|---------------------------------|---------------|
| de Heer H. P. Berlage ,         | te Amsterdam. |
| Dr. G. van Brakel ,             | „ „           |
| E. H. Brokmeier ,               | „ „           |
| Herm. Dentz ,                   | „ „           |
| de Heer Frowein ,               | „ Arnhem.     |
| de Heer Hamel ,                 | „ Baarn.      |
| Mej. E. van der Horst ,         | „ „           |
| de Heer Teixeira de Mattos ,    | „ „           |
| Mej. Tressling ,                | „ „           |
| Dr. J. Versteeg ,               | „ Barneveld.  |
| Jonkvr. Strick van Linschoten , | „ Benschop.   |
| Prof. Grothe ,                  | „ Delft.      |
| Mevr. Gugel ,                   | „ „           |
| Dr. J. J. van Kranendonk ,      | „ „           |
| Mevr. van der Leeuw ,           | „ „           |
| de Heer Maas Geesteranus ,      | „ „           |
| Mevr. van Marken ,              | „ „           |
| „ van Meerten ,                 | „ „           |
| „ Milders ,                     | „ „           |
| de Heer Munnikreede ,           | „ „           |
| Notaris Post Uiterweer ,        | „ „           |
| Dames Abbing ,                  | „ Dieren.     |
| de Heer Anderson ,              | „ „           |
| Ds. Escher ,                    | „ „           |
| Dr. W. C. van Lockhorst ,       | „ „           |
| Dr. C. W. Werner ,              | „ Dirksland.  |
| Dr. T. A. Th. de Leng ,         | „ Dordrecht.  |
| de Heer A. Rombonnet ,          | „ Elburg.     |
| „ „ N. P. Bombonnet ,           | „ „           |
| „ „ C. Stegous ,                | „ „           |
| Dr. Wedekind ,                  | „ „           |
| Mej. Geertruida Wedekind ,      | „ „           |



|                                                                                                                                      |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| de Heer J. Wijne,                                                                                                                    | te Elburg.       |
| Dr. H. J. F. Giesbers,                                                                                                               | „ Grave.         |
| de Heer Berg van Dussen Muilkerk,                                                                                                    | „ 's Gravenhage. |
| de Heer Boers,                                                                                                                       | „ „              |
| Mr. de Bruijn Kops,                                                                                                                  | „ „              |
| Dr. J. Coert,                                                                                                                        | „ „              |
| de Heer van Dijk,                                                                                                                    | „ „              |
| Jhr. Mr. Elout van Soeterwoude,                                                                                                      | „ „              |
| de Heer Farcomme Sanders,                                                                                                            | „ „              |
| Vrouwe Douairière Godefroi,                                                                                                          | „ „              |
| de Heer Hooglandt,                                                                                                                   | „ „              |
| Baron van Ittersum,                                                                                                                  | „ „              |
| de Heer B. Janse, directeur der Eerste Neder-<br>landsche Verzekeringmaatschappij op het<br>Leven, tegen Invaliditeit en Ongelukken, | „ „              |
| Dr. Hendrik de Jong,                                                                                                                 | „ „              |
| Mr. van der Kemp,                                                                                                                    | „ „              |
| Mevr. de wed. Loopuijt,                                                                                                              | „ „              |
| Vrouwe Douairière Gravin van Lijnden,                                                                                                | „ „              |
| Mr. Pape,                                                                                                                            | „ „              |
| Dr. Paul Koolhaas,                                                                                                                   | „ „              |
| Mej. Philipse,                                                                                                                       | „ „              |
| Vrouwe Douairière Saraq,                                                                                                             | „ „              |
| de Heer Sluiter,                                                                                                                     | „ „              |
| Jonkvr. Baronesse de Vos van Steenwijk,                                                                                              | „ „              |
| Mej. Wagenaar,                                                                                                                       | „ „              |
| de Heer D. J. ten Hoopen,                                                                                                            | „ Haaksbergen.   |
| Mevr. A. M. G. ten Hoopen, geb. Scheij,                                                                                              | „ „              |
| „ Coster,                                                                                                                            | „ Harderwijk.    |
| „ Goosens,                                                                                                                           | „ „              |
| „ van Menk,                                                                                                                          | „ „              |
| Geneesheer Numans,                                                                                                                   | „ „              |
| Mr. van Voorst Vader,                                                                                                                | „ „              |
| de Heer G. A. Buddingh,                                                                                                              | „ Harmelen.      |
| Mevr. de Douairière Caan van Masdieck, geb.<br>van Beusechem,                                                                        | „ „              |

|                                         |                              |
|-----------------------------------------|------------------------------|
| de Heer A. de Joncheere van Harmelen ,  | te Harmelen.                 |
| „ „ D. Robbemonnd ,                     | „ „                          |
| Dr. W. Coert ,                          | „ Hendrik Ido<br>Ambacht.    |
| de Heer J. J. van Arenthals ,           | „ Hontenisse.                |
| „ „ J. van Braband ,                    | „ „                          |
| H. A. A. Baron Collot d'Escury ,        | „ „                          |
| Ds. A. van Anrooij ,                    | „ Kampen.                    |
| Mej. Hajjunga ,                         | „ „                          |
| N. N. ,                                 | „ „                          |
| Jonkvr. Radijs ,                        | „ „                          |
| Mej. Radijs ,                           | „ „                          |
| Dr. de Vries Groote ,                   | „ „                          |
| de Heer M. N. Melchior ,                | „ Koedijk.                   |
| Wed. Dijkstra ,                         | „ Kollum.                    |
| Mej. D. C. de Génestet ,                | „ Leiden.                    |
| Dr. A. van Fraa ,                       | „ Loosduinen.                |
| C. Piek ,                               | „ Lutten a/d<br>Dedemsvaart. |
| Geneesheer H. F. M. Koster ,            | „ „                          |
| de Heer Eijssonius de Waal ,            | „ Neerbosch.                 |
| „ „ van Burck ,                         | „ Nijmegen.                  |
| „ „ Dr. W. J. Kolff ,                   | „ „                          |
| „ „ Marius ,                            | „ „                          |
| Jhr. R. W. J. van Pabst van Bingerden , | „ „                          |
| de Heer J. A. Visser ,                  | „ „                          |
| „ „ C. Wagtho ,                         | „ „                          |
| „ „ van den Hurk ,                      | „ Nunspeet.                  |
| „ „ van Osselen ,                       | „ „                          |
| „ „ Dr. J. Schut ,                      | „ „                          |
| de Wed. Schut , geb. Peeck ,            | „ „                          |
| Dr. D. Kooperberg ,                     | „ Oosterhout.                |
| Mr. Z. H. Post ,                        | „ „                          |
| F. Baron van Aylva van Pallandt ,       | „ Putten.                    |
| Theodoor van Pallandt ,                 | „ „                          |
| Dr. J. H. Sterren ,                     | „ Rheden.                    |

|                                                             |                   |
|-------------------------------------------------------------|-------------------|
| de Heer H. J. Lambert,                                      | te Rotterdam.     |
| „ „ van der Kun,                                            | „ Rijswijk (Z.H.) |
| „ „ H. A. Boeck,                                            | „ Schoonhoven.    |
| „ „ E. E. Denekamp,                                         | „ „               |
| Dr. Gallandat Huët,                                         | „ „               |
| de Heer A. W. Lazonder,                                     | „ „               |
| „ „ A. J. van der Kop,                                      | „ „               |
| „ „ C. W. van der Kop,                                      | „ „               |
| Mr. D. van Oosten Slingeland,                               | „ „               |
| Mr. G. L. van Oosten Slingeland,                            | „ „               |
| D. Stoutjesdijk, voorzitter van het Algemeen<br>Armbestuur, | „ Stavenisse.     |
| A. Scholte, id. van het Diaconie Armbestuur                 | „ „               |
| Mevr. O. C. A. van Lith de Jeude,                           | „ Tiel.           |
| De Heer Vincent Bogaers,                                    | „ Tilburg.        |
| „ „ Boxs,                                                   | „ „               |
| „ „ M. C. Brouwers,                                         | „ „               |
| de Wed. Charles van Dooren,                                 | „ „               |
| de Heer W. P. A. Mutsaers,                                  | „ „               |
| „ „ Theodor Sträter,                                        | „ „               |
| „ „ J. Vrancken,                                            | „ „               |
| „ „ Abeling,                                                | „ Utrecht.        |
| „ „ Arentsen,                                               | „ „               |
| Dr. Baudet,                                                 | „ „               |
| de Heer van Beuningen,                                      | „ „               |
| Mevr. de Wed Bergsma, geb. Caciüs,                          | „ „               |
| Dr. S. Birnie,                                              | „ „               |
| R. C. parochiaal Armbestuur,                                | „ „               |
| de Heer Borman,                                             | „ „               |
| B. A. Verheul,                                              | „ „               |
| Dr. Th. Dentz,                                              | „ „               |
| J. P. Menger,                                               | „ „               |
| Dr. Guldenarm,                                              | „ „               |
| A. Tepe,                                                    | „ „               |
| de Heer Harting Bank,                                       | „ „               |
| Leo Tepe,                                                   | „ „               |



|                                           |             |
|-------------------------------------------|-------------|
| Prof. Dr. A. A. W. Hubrecht,              | te Utrecht. |
| Arts J. W. de Koff,                       | „ „         |
| Mr. E. H. s'Jacob,                        | „ „         |
| Prof. Dr. E. H. Lasonder,                 | „ „         |
| Dr. Lens,                                 | „ „         |
| de Heer Nieuwenhuijsen,                   | „ „         |
| Prof. Dr. J. A. C. Oudemans,              | „ „         |
| Mevr. van de Poll, geb. van de Wall Bake, | „ „         |
| de Heer Radix,                            | „ „         |
| Prof. Dr. N. W. Rauwenhoff,               | „ „         |
| Dr. P. H. Ritter,                         | „ „         |
| Mr. A. J. Royaards,                       | „ „         |
| de Heer Weber,                            | „ „         |
| Dr. C. Winkler,                           | „ „         |
| de Heer Ywema,                            | „ „         |
| Mevr. de Wed. C. W. Ament,                | „ Velp.     |
| „ Asman, geb. v. Vlierden,                | „ „         |
| Mr. Brandt,                               | „ „         |
| Dames van den Brink,                      | „ „         |
| Mevr. van der Duijn,                      | „ „         |
| Mej. B. E. Dijk,                          | „ „         |
| F. Catty,                                 | „ „         |
| Dr. G. Fabius GHz.,                       | „ „         |
| Dr. Feerlink,                             | „ „         |
| Mevr. de Wed. W. van Gulpen,              | „ „         |
| M. van Havelaar,                          | „ „         |
| Mevr. van Hees,                           | „ „         |
| Mej. Heineken,                            | „ „         |
| C. Hummel,                                | „ „         |
| C. Koek,                                  | „ „         |
| Mr. H. van der Kooi,                      | „ „         |
| van Lobrij,                               | „ „         |
| Mej. Luden,                               | „ „         |
| W. Prins,                                 | „ „         |
| J. H. C. van Reenen,                      | „ „         |
| Wed. van Regteren Altena,                 | „ „         |

|                                       |                |
|---------------------------------------|----------------|
| Schröder,                             | te Velp.       |
| Mevr. de Wed. Schik, geb. Wierdsma,   | „ „            |
| Thoe Schwartzenberg en Hohenlansberg, | „ „            |
| Mevr. de Wed. B. van Spreekens,       | „ „            |
| van Suchtelen tot de Haere,           | „ „            |
| A. Walkart Ameshoff,                  | „ „            |
| Mej. van Wijck,                       | „ „            |
| H. J. Overbeek,                       | „ Vianen.      |
| S. P. W. H. van Bijlevelt,            | „ Vleuten.     |
| W. Bruin,                             | „ Weesp.       |
| van Dockum,                           | „ „            |
| Dr. C. de Rooij,                      | „ „            |
| Callenfels,                           | „ IJsselstein. |
| Immink,                               | „ „            |
| Dr. A. J. W. van Anrooij,             | „ Zalt-Bommel. |
| A. M. C. van Bommel,                  | „ „            |
| H. A. van de Garde,                   | „ „            |
| C. P. Lenshoek,                       | „ „            |
| D. C. Pleijte,                        | „ „            |
| Dr. H. Roodhuijzen Jr.,               | „ „            |
| Mevr. de Wed. Versteegh,              | „ „            |
| Mevr. de Voogt,                       | „ „            |
| B. van de Werk,                       | „ „            |
| Dr. W. K. M. Götte,                   | „ Zwaluwe.     |
| B. van Houthuijzen,                   | „ Samarang.    |
| Dr. F. H. Bauer,                      | „ Buitenzorg.  |
| Dr. C. P. C. Luchtman,                | „ Batavia.     |

## D. Giften in eens.

|                                                                                                                                                                                                                                        |               |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|
| Door de Geneesheeren J. A. B. Colaco Bel-<br>monte, L. P. Hoeffelman, D. L. van<br>Elk en Greebe de Haan, te Amsterdam . . . . .                                                                                                       | <i>f</i> 30.— |        |
| J. H. Hooijer, te Arnhem . . . . .                                                                                                                                                                                                     | -             | 25.—   |
| Mevr. van Raalte, geb. Polak Daniëls, te Parijs . . . . .                                                                                                                                                                              | -             | 10.—   |
| Mevr. May, geb. Polak Daniëls, te Amsterdam . . . . .                                                                                                                                                                                  | -             | 25.—   |
| A. May, te Amsterdam . . . . .                                                                                                                                                                                                         | -             | 25.—   |
| A. M. Tromp van Holst, te Amersfoort . . . . .                                                                                                                                                                                         | -             | 25.—   |
| Door Dr. H. P. Kaptein te Abcoude: van N. N.,<br>te Baambrugge . . . . .                                                                                                                                                               | <i>f</i> 10.— |        |
| Voorts kleinere giften van H. P. Kaptein, H.<br>Brenninghof, D. L. Holst, J. Brouwer Pz., te<br>Abcoude, W. de Graaf te Weespercarspel,<br>C. J. G. H. Kleijenberg te Meppel, N. N.<br>te Abcoude en S. Henres te Baambrugge . . . . . | - 14.—        | - 24.— |
| J. Lels te Alblasterdam . . . . .                                                                                                                                                                                                      | -             | 5.—    |
| Door Dr. van der Ketten en Mej. Hinlópen, te<br>Beek bij Nijmegen:                                                                                                                                                                     |               |        |
| Arnold A. Lamme, te Berg-en-Dal . . . . .                                                                                                                                                                                              | <i>f</i> 5.—  |        |
| A. J. Lamme, te idem . . . . .                                                                                                                                                                                                         | -             | 5.—    |
| Mr. E. B. L. Maritz van Craijestein, te Ubbergen . . . . .                                                                                                                                                                             | -             | 10.—   |
| H. V. Maritz van Craijenstein, te idem . . . . .                                                                                                                                                                                       | -             | 10.—   |
| F. W. H. Maritz van Craijestein, te idem . . . . .                                                                                                                                                                                     | -             | 10.—   |
| H. G. J. Maritz van Craijestein, te idem . . . . .                                                                                                                                                                                     | -             | 10.—   |
| Mevr. Douairière Dommer van Polderveldt, te Beek . . . . .                                                                                                                                                                             | -             | 5.—    |
| Doctor van der Ketten, te idem . . . . .                                                                                                                                                                                               | -             | 10.—   |
| W. L. van Berckel. te idem . . . . .                                                                                                                                                                                                   | -             | 5.—    |
| Mr. Jan van der Veen, te Ubbergen . . . . .                                                                                                                                                                                            | -             | 5.—    |
| De dames Hinlópen, te Beek . . . . .                                                                                                                                                                                                   | -             | 12.50  |
| Voorts kleinere giften van twee anonymi te Beek<br>en den Heer van de Vijver aldaar . . . . .                                                                                                                                          | - 7.50        | - 95.— |
| Door Dr. Voorthuijsen Sr., te Baarn . . . . .                                                                                                                                                                                          | -             | 20.—   |
| Van de Dames Alma, te Baarn . . . . .                                                                                                                                                                                                  | -             | 10.—   |



|                                                                                                                                                                                                                                 |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Door Dr. A. Mijnlieff, te Breukelen :                                                                                                                                                                                           |                 |
| C. M. J. Willink van Collen, te Breukelen . . . . .                                                                                                                                                                             | f 25.—          |
| Mejuffrouwen Duuring, te id. . . . .                                                                                                                                                                                            | - 25.—          |
| J. A. Matthes, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                   | - 10.—          |
| J. N. Bastert, te Maarsseveen . . . . .                                                                                                                                                                                         | - 10.—          |
| Dr. A. Mijnlieff, te Breukelen . . . . .                                                                                                                                                                                        | - 20.50         |
| A. Volmer, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                       | - 10.—          |
| Dr. J. W. Cramer, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                | - 10.—          |
| Jhr. H. M. Ram, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                  | - 10.—          |
| J. C. Schout, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                    | - 5.—           |
| A. de Roever, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                    | - 5.—           |
| H. A. Wiercq, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                    | - 5.—           |
| N. François Ince, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                | - 5.—           |
| J. W. Adler Jz., te id. . . . .                                                                                                                                                                                                 | - 5.—           |
| J. van Heerde, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                   | - 5.—           |
| E. G. Verkade, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                   | - 10.—          |
| C. H. Bos, te Loosdrecht . . . . .                                                                                                                                                                                              | - 10.—          |
| Guillaume J. Bos, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                | - 10.—          |
| Pastoor van Vuuren, te Breukelen . . . . .                                                                                                                                                                                      | - 5.—           |
| L. G. Dudok de Wit, te id. . . . .                                                                                                                                                                                              | - 5.—           |
| Voorts kleinere giften van :                                                                                                                                                                                                    |                 |
| P. Spigt, J. W. de Bruijn, Mevr. de Wed. A. Boeser, de Wed. G. van Hof, M. van Waart, G. Z. Kasteleijn, A. M. Kasteleijn, Cs. Kasteleijn, Jac. Schippers, N.N., L. A. Collard en R. P. van Houten, allen te Breukelen . . . . . | - 28.— f 218.50 |
| Door Dr. A. P. Ketting, te Bennekom een drielal giften van hem zelven, A. E. van der Dussen en F. M. Franssen . . . . .                                                                                                         |                 |
| „ „ R. Smit, te Burum . . . . .                                                                                                                                                                                                 | - 7.—           |
| „ „ G. H. de Feijfer, te De Bildt.                                                                                                                                                                                              | - 17.50         |
| G. W. L. van Boetzelaer, te De Bildt . . . . .                                                                                                                                                                                  | f 25.—          |
| Douairière Fabricius van Leijenburg, te id. . . . .                                                                                                                                                                             | - 20.—          |
| J. E. W. Twiss, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                  | - 10.—          |
| Baron van Boetzelaer van Dubbeldam, te id. . . . .                                                                                                                                                                              | - 25.—          |
| Baron Schimmelpenninck, te id. . . . .                                                                                                                                                                                          | - 10.—          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |       |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|---------------------|
| F. Muller Massis, te De Bildt . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                              | f | 10.—  |                     |
| Dr. G. H. de Feijfer, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | - | 10.—  | f 110.—             |
| Gemeentebestuur van Buurmalsen . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                             | - | 30.—  |                     |
| Dr.*** te 's Hage, door Prof. Donders . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                      | - | 25.—  |                     |
| Door Mevr. Bik geb. Francis, te Delft:                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |       |                     |
| F. M., te Amsterdam . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | f | 25.—  |                     |
| Mevr. B. te Delft . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | - | 10.—  |                     |
| L. van Braam, te Delft . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | - | 5.—   |                     |
| C. Bloem, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | - | 5.—   |                     |
| Wed. A. M. Bik, te id . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | - | 5.—   |                     |
| Voorts kleinere giften van: M. G. Just de la<br>Paisières, Mevr. Vreede, Mevr. N. N., N. N.,<br>Mevr. N. N., D. Wisboom, F. M. de Vries<br>van Heijst Jr., J. R. P. F. Gonggrijp, P. W.<br>A. Kipp, Dr. G. Bakker, W. Hekker, Mej.<br>Kroesemeijer, D. Kuijzer, J. Janmart, Prof.<br>Grothe en Munnikreede, allen te Delft . . . . . |   |       |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | - | 41.50 | - 91.50             |
| N. N., door Prof. Donders . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | - |       | 27.96 <sup>5</sup>  |
| A. Alsberg, te Dusseldorf . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | - | 30.—  |                     |
| Door Dr. van Lockhorst diverse giften uit Dieren . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                           | - |       | 105.04 <sup>5</sup> |
| Door Dr. van Beemen, te Deventer:                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |       |                     |
| W. Doorninck, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | f | 10.—  |                     |
| Dijkmeester, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | - | 10.—  |                     |
| Wed. Ketjen, geb. Budde, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                              | - | 10.—  |                     |
| Minch, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | - | 10.—  |                     |
| Dr. J. H. van Beemen, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | - | 10.—  |                     |
| H. R. van Marle, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | - | 25.—  |                     |
| R. C. Nieuwenhuijs, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | - | 10.—  |                     |
| de Friderier, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | - | 10.—  | - 85.—              |
| Door Dr. A. Geijl, te Dordrecht:                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |       |                     |
| W. H. van der Horst, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | f | 5.—   |                     |
| Door A. Geijl, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | - | 5.—   | - 10.—              |
| Door Dr. Wedekind, te Elburg:                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |       |                     |
| Staverman, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | f | 5.—   |                     |
| H. W. Gieben, te Doornspijk . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                | - | 5.—   |                     |
| W. Griethuijsen, te Elburg . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | - | 5.—   |                     |

|                                                                                                                                                                                                                                |          |      |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|---------------|
| H. A. Noyman, te Elburg . . . . .                                                                                                                                                                                              | <i>f</i> | 5.—  |               |
| B. Wolff, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                       |          | 5.—  |               |
| Voorts kleinere giften van: Mevr. de Wed. van<br>Dompseier, G. de Vries, W. J. M. Snijders,<br>te Elburg; J. Spijkerboer Wz., te Doornspijk;<br>A. Hooghordel en Wed. M. J. Vermeer, geb.<br>de Vries, te Doornspijk . . . . . |          |      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                |          | 15.— | <i>f</i> 40.— |
| Door Dr. J. F. H. Hamer, te Franeker:                                                                                                                                                                                          |          |      |               |
| W. Harmens Cz., te Harlingen . . . . .                                                                                                                                                                                         | <i>f</i> | 5.—  |               |
| L. H., te id. . . . .                                                                                                                                                                                                          |          | 5.—  |               |
| D. F., te id. . . . .                                                                                                                                                                                                          |          | 5.—  |               |
| J. F., te id. . . . .                                                                                                                                                                                                          |          | 5.—  |               |
| A. Harmens, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                     |          | 5.—  |               |
| B. Fontein, te Harlingen . . . . .                                                                                                                                                                                             |          | 5.—  |               |
| Voorts kleinere giften van: F. Fontein Fz., S.<br>H., J. H., Jan Freerk Fontein, D. Harmens,<br>H. S., T. B. Bos, J. van Hulst, Fr. Liefstink,<br>allen te Harlingen, en G. H. Hol, te Franeker . . . . .                      |          |      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                |          | 25.— | - 55.—        |
| Door Mejonkvrouwe B., te Ginneken:                                                                                                                                                                                             |          |      |               |
| M. J. Bieruma Oosting, te Heerenveen . . . . .                                                                                                                                                                                 | <i>f</i> | 40.— |               |
| M. Manger Cats, te Leeuwarden . . . . .                                                                                                                                                                                        |          | 20.— |               |
| W. Abarda, te Gorinchem . . . . .                                                                                                                                                                                              |          | 5.—  |               |
| Joh. Bieruma Oosting, te Heerenveen . . . . .                                                                                                                                                                                  |          | 10.— |               |
| Mej. B. te Ginneken . . . . .                                                                                                                                                                                                  |          | 2.50 | - 77.50       |
| St. Catharina's Gasthuis, te Grave . . . . .                                                                                                                                                                                   |          | 25.— |               |
| Xavier Walter, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                  |          | 5.—  |               |
| Louis van Dieren, te id. . . . .                                                                                                                                                                                               |          | 3.—  |               |
| Prof. Dr. J. C. G. Evers, te 's Gravenhage . . . . .                                                                                                                                                                           |          | 25.— |               |
| Door Dr. J. A. Moll, te 's Gravenhage:                                                                                                                                                                                         |          |      |               |
| Jhr. Mr. H. A. Steengracht van Duivenvoorde,<br>te id. . . . .                                                                                                                                                                 | <i>f</i> | 10.— |               |
| Mr. F. M. Baron van der Duijn, te id. . . . .                                                                                                                                                                                  |          | 25.— |               |
| Jonkvr. M. Bicker Visch, te id. . . . .                                                                                                                                                                                        |          | 40.— |               |
| Mr. W. R. Baron van Tuijll v. Serooskerken, te id. . . . .                                                                                                                                                                     |          | 10.— |               |
| Douair. Baronesse van der Oudermeulen, te id. . . . .                                                                                                                                                                          |          | 10.— |               |
| J. W. Opstelten, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                |          | 15.— |               |



|                                                                                                                                                                     |   |       |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|----------|
| Mevr. de Wed. Gebel, te 's Gravenhage. . . . .                                                                                                                      | f | 10.—  |          |
| Douair. de Kock, geb. des Tombe, te id. . . . .                                                                                                                     | - | 10.—  |          |
| Douair. de la Surrus, geb. van Rappard, te<br>'s Gravenhage. . . . .                                                                                                | - | 10.—  |          |
| R. F. W. Baron Sloet tot Toutenburg, te id. . . . .                                                                                                                 | - | 10.—  |          |
| Mevr. de Wed. de Kat, geb. v. d. Linden, te id. . . . .                                                                                                             | - | 25.—  |          |
| Jonkvr. A. J. de Witte van Citters, te id. . . . .                                                                                                                  | - | 20.—  |          |
| Mejuffrouw de Langen, te id. . . . .                                                                                                                                | - | 10.—  |          |
| J. Vroesom de Haan, te id. . . . .                                                                                                                                  | - | 10.—  |          |
| Douair. Baronesse van Zuïjlen van Nijvelt,<br>te id. . . . .                                                                                                        | - | 5.—   |          |
| Mr. C. A. van der Kemp, te id. . . . .                                                                                                                              | - | 5.—   |          |
| Th. F. Schill, te id. . . . .                                                                                                                                       | - | 25.—  |          |
| Mevr. de Wed. L. Asser, te id. . . . .                                                                                                                              | - | 5.—   |          |
| Jhr. Mr. W. van Rappard, te id. . . . .                                                                                                                             | - | 10.—  |          |
| Mevr. de Wed. H., te id. . . . .                                                                                                                                    | - | 25.—  |          |
| J. G. M., te id. . . . .                                                                                                                                            | - | 5.—   |          |
| Voorts kleinere giften van: Kakebeeke, Jhr.                                                                                                                         |   |       |          |
| A. C. Quarles van Ufford, C. W. Voet,<br>W. Jaij, Mr. W. Wijnaendts, L. Kobus de<br>Meijer, Jonkvr. W. C. Braber, Mevr. de<br>Wed. Roëll, geb. Pollen. . . . .      | - | 17.50 | f 277.50 |
| Door Dr. J. Coert, te 's Gravenhage:                                                                                                                                |   |       |          |
| K. Smit Jz., te Krimpen a/d Lek . . . . .                                                                                                                           | f | 25.—  |          |
| J. H. Coert, te Hendrik Ido Ambacht . . . . .                                                                                                                       | - | 25.—  |          |
| J. Lels, te Alblasterdam . . . . .                                                                                                                                  | - | 5.—   |          |
| J. E. Kloos, te Kinderdijk, . . . . .                                                                                                                               | - | 5.—   | 60.—     |
| K. door Dr. M. J. Bouvin, te 's Gravenhage . . . . .                                                                                                                | - | 5.—   |          |
| Mevr. V. geb. B. C., door Dr. Hendrik de Jong, te id. . . . .                                                                                                       | - | 25.—  |          |
| Ketelaar, te id., door Dr. Stemberg, . . . . .                                                                                                                      | - | 10.—  |          |
| Dr. van Dooremaal, te id. . . . .                                                                                                                                   | - | 10.—  |          |
| Door Dr. H. O. Zelle, te Gorssel: eenige kleinere giften<br>van: N. N., Aloff S., K. v. V., R. v. d. B., en<br>W. Voorbeijtel, allen te Gorssel, te zamen . . . . . |   |       |          |
|                                                                                                                                                                     | - |       | 18.—     |
| Door Dr. N. J. F. Verschoor, te Goes:                                                                                                                               |   |       |          |
| J. M. Kakebeeke, te id. . . . .                                                                                                                                     | f | 10.—  |          |

|                                               |   |      |        |
|-----------------------------------------------|---|------|--------|
| P. L. v. M., te Goes . . . . .                | f | 10.— |        |
| J. A. A. Fransen van de Putte, te id. . . . . | - | 10.— |        |
| Dr. N. J. F. Verschoor, te id. . . . .        | - | 10.— |        |
| Mevr. de Haze Bomme, te Kloetinge . . . . .   | - | 10.— |        |
| P. A. de Bakker, te Goes . . . . .            | - | 5.—  |        |
| J. C. Kakebeeke, te id. . . . .               | - | 10.— | f 65.— |
| G. Blauw, te 's Gravenhage . . . . .          | - | 5.—  |        |
| H. Keller, te id. . . . .                     | - | 5.—  |        |

Door tusschenkomst der Afd. Haarlem van de Ned.

Maatsch. tot bevordering der Geneeskunst:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |   |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|---|--------|
| Diverse giften van: Dr. S. Posthuma, H. van den Berg, Dr. Fyan, J. A. Lodewijks, L. C. Proot, A. Holterman, van Maas, C. Smits, A. de Waal Malefijt, Dr. J. B. Wijnhoff, Ph. S. Frank, Mej. Petitpierre, H. Gerlings, Mr. J. de Clercq van Weel, Del Court van Krimpen, Dr. H. Smeding, Mej. Crommelin, Dames van Ketwich, Jonkvr. Quarles van Ufford, Mevr. Huijghens Backer, Douairière Schorer, R. A. van der Meulen, P. Loosjes, Mevr. J. Resink geb. de Klerek, J. van Vloten, R. Koopmans, D. Veen Jz., Quarles van Ufford, A. V., A. E. Enschedé, A. Wijnands, Mirandolle, v. Vollenhoven, J. H. Stoel Az., C. D. Smits, S. Veen Jr., G. Heshuijsen, J. W. M. van de Poll, J. P. Teding van Berkhout, G. Del Court, Ch. Enschedé, A. F. Kremer Jr., W. K. Loeff, Dubois, allen te Haarlem, C. A. Gerke te Zandvoort en Dr. D. Bakker te Bloemendaal, samen. . . . . |  |  |  | f | 217.60 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|---|--------|

|                            |   |     |
|----------------------------|---|-----|
| W. Dibbets, te id. . . . . | - | 2.— |
|----------------------------|---|-----|

Door Dr. A. van Eyk, te Heusden:

|                                                |   |      |      |
|------------------------------------------------|---|------|------|
| Wed. Verhagen geb. Tierens, te id. . . . .     | f | 10.— |      |
| Wed. H. J. van Eijk geb. Seret, te id. . . . . | - | 10.— |      |
| J. de Gier, te id. . . . .                     | - | 5.—  | 25.— |

Door Dr. J. J. Lokker, te Haaksbergen:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |       |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|---------|
| F. J. Jordaan, te Heusden . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | f | 5.—   |         |
| W. van der Ham, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | - | 5.—   |         |
| W. H. Jordaan, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | - | 5.—   |         |
| Voorts kleinere giften van: J. M. Vincent,<br>J. Berghege, Mevr. de Wed. Jordaan geb.<br>van der Ham, Mej. de Wed. Schulten geb.<br>Jordaan, G. H. G. van Beest, H. Jordaan,<br>P. H. L. Hendriksen en J. J. Lokker, allen<br>te Haaksbergen . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |       |         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | - | 16.50 | f 31.50 |
| Door Dr. J. Bolkestein te Haarlemmermeer:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |       |         |
| Mr. J. P. Amersfoort, te Haarlemmermeer . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | f | 5.—   |         |
| Herman F. Buttman, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | - | 5.—   |         |
| En twee kleinere giften van G. B. 't Hooft en<br>J. L. van der Moer, aldaar. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |       |         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | - | 4.50  | - 14.50 |
| Door Dr. P. Nuijens, te Harmelen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |       |         |
| Giften van C. Verweij, G. Vulto, G. van Weede en<br>P. Nuijens, aldaar . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |       |         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | - |       | 11.—    |
| Dr. F. Baum, offic. van gez. 1 <sup>o</sup> kl. te Harderwijk . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | - |       | 2.50    |
| Door Dr. Broes van Dort, te Kuilenburg:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |       |         |
| Jhr. Mr. L. Schorer, te Kuilenburg, . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | f | 25.—  |         |
| A. J. van Hoytema, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | - | 10.—  |         |
| J. F. G. van Hoytema, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | - | 10.—  |         |
| Canter Cremers, te Kuilenburg . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | - | 5.—   |         |
| D. van Hoytema, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | - | 5.—   |         |
| Voorts kleinere giften van: J. H. L. A. Z.<br>von Rosenthal, C. Rademaker, A. Cores de<br>Vries, Dames Greven, Ds. J. P. de Meijere,<br>Ds. J. H. L. Bouman, A. V. Hijmans, H.<br>Wiegersma, E. M. Blanche, W. A. Spoor,<br>J. G. Middelbeek, L. Sillevius, J. H. van<br>Eck, J. A. Klein, Alb. Blijenberg, Wed.<br>G. J. Sillevius, Tegelaar, H. J. van Lim-<br>borgh, L. Laan, L. Hermkes, J. Kemp,<br>L. A. van Rees, L. E. Wijzenbeek, H. Jur-<br>gens, Reinhold, C. van Vlooten, Ummels,<br>W. H. Beltjes, Wed. J. P. Nieuwenhuijzen, |   |       |         |



|                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|
| Wed. H. T. Cremer, S. A. Wijsenbeek, G. van Eck, J. W. v. d. Loo, J. A. Wijsenbeek, Johs Piek, W. van Hoeve, en N. N., allen te Kuilenburg, te zamen . . . . .                                                                                               | <i>f</i> 68.50 | <i>f</i> 123.50 |
| Door Dr. H. K. Persant Snoep, te Kapelle:                                                                                                                                                                                                                    |                |                 |
| L. A. Paardekooper Overman, te 's Gravenpolder.                                                                                                                                                                                                              | -              | 20.—            |
| A. A. Paardekooper Overman, geb. de Marces van Swinderen, te id. . . . .                                                                                                                                                                                     | -              | 10.—            |
| H. V. van der Bilt, te Kapelle . . . . .                                                                                                                                                                                                                     | -              | 10.—            |
| H. K. P. S., te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                  | -              | 5.—             |
| en eenige kleinere giften, van F. J. van der Mandere, J. E. van der Mandere geb. de Laat de Kanter, S. V. Hock, W. J. van Dam, P. Alvarez van Diggelen, Wed. J. van Duine, geb. P. A. Schipper, en P. C. M. G. Persant Snoep, geb. Paulus, allen te Kapelle. | -              | 20.— - 65.—     |
| Door Dr. M. N. Melchior te Koedijk:                                                                                                                                                                                                                          |                |                 |
| Wed. J. de Wit, te Langedijk . . . . .                                                                                                                                                                                                                       | <i>f</i> 10.—  |                 |
| en kleinere giften van: Cornelis Groenewoud, Simon Kramer, Harmen Kramer, Pieter Kramer, Jacob Blaauboer, Arie Hartland, Jacob Stam Jz., N. J. Burger, te Koedijk, H. Lammerschaag, Ysbrand Bruijn, en P. Geus Corn. zoon te Langedijk . . . . .             | <i>f</i> 17.—  | - 27.—          |
| K. Smit Jz., te Krimpen a/d Lek . . . . .                                                                                                                                                                                                                    |                | - 25.—          |
| J. E. Sloos, te Kinderdijk . . . . .                                                                                                                                                                                                                         |                | - 5.—           |
| Opbrengst van eene soirée van Dames en Heeren uit Kampen . . . . .                                                                                                                                                                                           |                | - 220.—         |
| Door Dr. S. P. Krol, te Kampen:                                                                                                                                                                                                                              |                |                 |
| J. W. Swart, te Kampen. . . . .                                                                                                                                                                                                                              | <i>f</i> 25.—  |                 |
| W. G. Top, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                    | -              | 5.—             |
| C. H. A. Engelenberg, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                         | -              | 10.—            |
| Mevr. Loenker, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                | -              | 5.—             |
| J. H. van Hulst, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                              | -              | 10.—            |
| Voorts kleinere giften van: N. N., J. F. Angier, D. Reicher, Noordhoek Heyst, D. S., en                                                                                                                                                                      |                |                 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------|
| Mevrouw Bruns, te zamen . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <i>f</i> 15.—  | <i>f</i> 70.— |
| Door Dr. A. van Fraa, te Loosduinen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |               |
| A. L. Galjaard, te Loosduinen . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | - 10.—         |               |
| N. N., te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | - 10.—         |               |
| A. M. Maas Geesteranus, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | - 5.—          |               |
| en kleinere giften van P. F. L. Waldeck. Quarles<br>van Ufford, J. D. d. B. Legner, Dr. J. N.<br>Köhler en R., allen te Loosduinen. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | - 12.50        | - 47.50       |
| Door Dr. Middelburg, te Leeuwarden:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |               |
| Mr. W. J. van Welderen Baron Rengers, te<br>Leeuwarden . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <i>f</i> 25.—  |               |
| en drie kleinere giften van: Mr. D. O. Enge-<br>len, Mr. W. Bakker GG.z. en D. van Weel. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | - 7.50         | - 32.50       |
| Door Dr. W. Rutgers v. d. Loeff te Leiden:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |               |
| Van N. N., te Leiden . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <i>f</i> 10 —  |               |
| en voorts kleinere giften van: G. Sandifort,<br>Vervenne, P. Alma Lz., G. Wiggers van<br>Kerehem, C. Moor, Dr. A. Rutgers van<br>der Loeff, W. J. van Stockum, E. J. C.<br>Greven, L. Erekink, D. Roëll, J. v. d. Hoe-<br>ven, P. F. C. M. Bernhard, Th. Lorentz,<br>W. v. d. Wijck, H. B. v. d. Elst, E. A. O.<br>de Casembroot, C. B. Moletten, Rutgers<br>van Rozenburg, A. C. Visser, G. Slotemaker,<br>Roest, P. J. van Wijngaarden, G. Bicker<br>Caarten, A. A. Moll, B. H. Stephan, C.<br>Veruly, de Vos van Steenwijk, Keuchenius,<br>B. Kleijn, M. van Reizer, H. Gevers Jr.,<br>T. van Bijlandt, J. van Stolk Jr., A. van<br>Gennep, E. W. van Wassenaer, A. P. van<br>Stolk, allen te Leiden . . . . . | <i>f</i> 86.50 | - 96.50       |
| Dr. J. G. van der Sluijs, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | - 25.—         |               |
| Door Geneesbeer J. H. Birkhoff, te Middelharnis:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |               |
| L. A. van Weel, te Middelharnis . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <i>f</i> 5.—   |               |
| G. L. Slis, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | - 10.—         |               |
| C. de Vries, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | - 5.—          |               |

|                                                                                                                                                                                            |          |      |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|---------------|
| A. E. Kolf te Middelharnis . . . . .                                                                                                                                                       | <i>f</i> | 5.—  |               |
| en kleinere giften van: J. J. Nipius, J. J. Slis,<br>J. A. Slis, H. A. Kolf, W. van Dam, K.<br>J. van Weel, van der Koogt, A. J. Vening,<br>Veerman, Wed. van Es, J. H. Birkhoff . . . . . | -        | 25.— | <i>f</i> 50.— |
| Door Dr. J. C. Prillewitz, te Maarsseveen:                                                                                                                                                 |          |      |               |
| Van G. S., te id. . . . .                                                                                                                                                                  | -        | 5.—  |               |
| en eenige kleinere giften van Mevr. B., D. J.,<br>Dames T. en H., te id., en van de Dames<br>N. N., te Maarssen . . . . .                                                                  | -        | 7.25 | - 12.25       |
| Door Dr. J. Schut, te Nunspeet;                                                                                                                                                            |          |      |               |
| E. Vitringa, te id. . . . .                                                                                                                                                                | <i>f</i> | 5.—  |               |
| W. H. Pompe, te Doornspijk, . . . . .                                                                                                                                                      | -        | 5.—  |               |
| Sandberg van Essenburg, te Arendspeet . . . . .                                                                                                                                            | -        | 5.—  |               |
| Jhr. Mr. R. Sandberg tot Essenburg, te Harderwijk, . . . . .                                                                                                                               | -        | 3.—  | - 18.—        |
| Dr. A. S. Seijens, te Nederweert . . . . .                                                                                                                                                 | -        |      | 7.—           |
| Door Dr. W. J. Kolff, te Nijmegen:                                                                                                                                                         |          |      |               |
| Douair. Sweerts de Landas, geb. Sloet tot<br>Hagensdorp, te id. . . . .                                                                                                                    | <i>f</i> | 20.— |               |
| Baronnesse van Balveren, te id. . . . .                                                                                                                                                    | -        | 10.— |               |
| Dr. W. J. Kolff, te Nijmegen . . . . .                                                                                                                                                     | -        | 10.— |               |
| J. de Koning, te id. . . . .                                                                                                                                                               | -        | 10.— |               |
| Freule C. van Wassenaer, te id.; Jonkvrouwe<br>P. Sweerts de Landas en een gever, wiens<br>naam onleesbaar is, te zamen . . . . .                                                          | -        | 6.50 | - 56.50       |
| Door Dr. W. ten Bruggencate, te Ootmarssum:                                                                                                                                                |          |      |               |
| Giften van hemzelven, M. A. van Booven, J. K. Ooster-<br>wijk, Huguenin, Engels en twee anderen, wier namen<br>onleesbaar zijn, allen te Ootmarssum . . . . .                              | -        |      | 10.—          |
| J. Knepelhout, te Oosterbeek . . . . .                                                                                                                                                     | -        |      | 25.—          |
| Door Dr. D. Kooperberg, te Oosterhout:                                                                                                                                                     |          |      |               |
| Notaris van Weel, te id. . . . .                                                                                                                                                           | <i>f</i> | 10.— |               |
| J. D. Tilanus, te id. . . . .                                                                                                                                                              | -        | 5.—  |               |
| R. J. A. Kallenberg v. d. Bosch, te Breda, . . . . .                                                                                                                                       | -        | 5.—  |               |
| D. G. Havelaar, te Oosterhout . . . . .                                                                                                                                                    | -        | 2.50 | - 22.50       |
| Door Dr. M. Batenburg, te Prinsenhage:                                                                                                                                                     |          |      |               |



|                                                                   |   |       |         |
|-------------------------------------------------------------------|---|-------|---------|
| A. Schrauwer, te Prinsenhage . . . . .                            | f | 5.—   |         |
| F. L. Maas, te Beck . . . . .                                     | - | 10.—  |         |
| P. van Vers, te Prinsenhage . . . . .                             | - | 5.—   |         |
| M. Batenburg, te id. . . . .                                      | - | 5.—   |         |
| V. van Gogh, te id. . . . .                                       | - | 10.—  |         |
| N. N., te id. . . . .                                             | - | 15.—  |         |
| M. van Lawick, te id. . . . .                                     | - | 5.—   |         |
| C. Loriaux, te id. . . . .                                        | - | 5.—   |         |
| Taets van Amerongen, te id. . . . .                               | - | 5.—   | f 70.—  |
| Mevr. de Wed. Dijserinck, te Rhenen . . . . .                     | - | 5.—   |         |
| Mej. Mispelblom Beijer, te Rotterdam, door Dr. Stemberg . . . . . | - | 10.—  |         |
| Dr. F. K. A. Rombach, te Rotterdam . . . . .                      | - | 25.—  |         |
| Door Dr. H. J. Braam, diverse giften uit Rossum . . . . .         | - | 42.50 |         |
| Dr. M. A. Schepers, te Sneek . . . . .                            | - | 10.—  |         |
| Door Dr. Breesnee, te Sommelsdijk:                                |   |       |         |
| van hemzelve . . . . .                                            | f | 25.—  |         |
| Mr. D. v. W., te Ooltgensplaat, . . . . .                         | - | 25.—  |         |
| C. S., te Middelharnis, . . . . .                                 | - | 25.—  |         |
| Eenige personen te Dirksland . . . . .                            | - | 15.50 |         |
| Voorts kleinere giften van S. H. Binkes en                        |   |       |         |
| J. F. W. van Troostenburg de Bruijn te                            |   |       |         |
| Sommelsdijk, J. Vosmaer te Middelharnis,                          |   |       |         |
| een onleesbare naam te Sommelsdijk, A.                            |   |       |         |
| Teepe te Middelharnis, C. S. te id.; Wed.                         |   |       |         |
| C. van Schouwen, C. Vis Dz., A. C. Mijs,                          |   |       |         |
| Pesant, H. Schnitzler, Gebrs. Hollen, J.                          |   |       |         |
| Vis Cz., J. B. Mijs, Wed. S., C. Groenendijk,                     |   |       |         |
| Gebr. Buth, J. Joppe Cz., Lt. Jonker, N.                          |   |       |         |
| N., A. J. de Graaff, Je. Breesnee, Johs. Buth                     |   |       |         |
| Jz. en J. F. W., allen te Sommelsdijk . . . . .                   | - | 33.50 | - 124.— |
| Door den Geneesheer J. J. Plugge te West-                         |   |       |         |
| Souburg:                                                          |   |       |         |
| Paspoort van Grijskerk te Oost-Souburg . . . . .                  | f | 25.—  |         |
| C. L. van Woelderen, te id. . . . .                               | - | 10.—  |         |
| W. C. Boomer, te West-Souburg . . . . .                           | - | 5.—   |         |
| J. J. Plugge, te id. . . . .                                      | - | 5.—   |         |



|                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |      |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|---------|
| Beems, te Oost-Souburg. . . . .                                                                                                                                                                                                                                          | f | 10.— |         |
| En kleinere giften van J. Daane, J. Verhage,<br>J. Jobse, J. de Witte, P. Boskelaan, J. de<br>Buik, Mej. Haman, G. Braam, J. M. Pleijte,<br>J. de Pagter, J. Louwerse Pz., J. Pouwer,<br>A. de Muijnek te Oost-Souburg, en A. en J.<br>Kramer, te West-Souburg . . . . . |   | 21.— | f 76.—  |
| Door Dr. H. M. Hennequin, te Sluis :                                                                                                                                                                                                                                     |   |      |         |
| H. M. Hennequin, te Sluis . . . . .                                                                                                                                                                                                                                      | f | 10.— |         |
| Mr. P. Hennequin, P. Reeuwisch, E. J. Jansen,<br>P. A. Pietersen, J. A. Dorrenboom en Johanna<br>Wale, te Sluis samen. . . . .                                                                                                                                           |   | 10.— | - 20.—  |
| Door Geneesheer W. Nuijens, te Schalkwijk :                                                                                                                                                                                                                              |   |      |         |
| Eenige giften van hemzelve, J. W. van den Boogaard,<br>E. G. Wentink en Ds. W. M. de Ligt, allen te Schalkwijk . . . . .                                                                                                                                                 |   |      | - 8.50  |
| Anonyma te Stad aan 't Haringvliet . . . . .                                                                                                                                                                                                                             |   |      | - 10.—  |
| Door Dr. Gallandat Huët, te Schoonhoven :                                                                                                                                                                                                                                |   |      |         |
| Van Albert E. Denekamp, J. F. Versteeven Jr., S. P.<br>H. Noordendorp, B. Linn, G. Slingeland, W. Kooiman<br>Jr, Westbroek, A. Graves Kooiman Jz., en A. van<br>Scherpenzeel, te zamen . . . . .                                                                         |   |      | - 21.50 |
| Door Dr. H. van den Bergh, te Tricht :                                                                                                                                                                                                                                   |   |      |         |
| D. J. van Lennep, te Tricht . . . . .                                                                                                                                                                                                                                    | f | 5.—  |         |
| De Leden van het Gemeentebestuur van Buur-<br>malsen . . . . .                                                                                                                                                                                                           |   |      | - 30.—  |
| Dr. H. van den Bergh, te Tricht . . . . .                                                                                                                                                                                                                                |   | 10.— | - 45.—  |
| Door Dr. J. K. Pameijer, te Tiel :                                                                                                                                                                                                                                       |   |      |         |
| Dames Spiering, te Tiel . . . . .                                                                                                                                                                                                                                        | f | 25.— |         |
| H. de Jongh, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                              |   |      | - 25.—  |
| Dezelfde, voor de Vrijm. loge „de Broederlijke<br>Liefde”, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                |   |      | - 20.—  |
| Mevr. de Wed. Noteboom, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                   |   |      | - 25.—  |
| „ „ „ Blom, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                               |   |      | - 25.—  |
| L. H. van Loon, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                           |   |      | - 10.—  |
| C. M. Seret, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                              |   | 25.— | - 145.— |
| Door Dr. J. L. H. Haerten, te Utrecht :                                                                                                                                                                                                                                  |   |      |         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |       |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|---------|
| Funnekotter, te Utrecht . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | f | 10.—  |         |
| H. C. Mol, id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | - | 5.—   |         |
| G. J. Mol, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | - | 5.—   |         |
| G. Blankenheijm, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | - | 20.—  |         |
| Douair. Baronesse van Rijkevorsel van Rijsen-<br>burg, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                        | - | 5.—   |         |
| A. M. Buis, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | - | 5.—   |         |
| J. P. van Rooijen Fz., te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | - | 5.—   |         |
| Pastoor Putman, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | - | 10.—  |         |
| G. H. N. van Spanje, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | - | 5.—   |         |
| E. Wessels, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | - | 5.—   |         |
| N. N., te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | - | 10.—  | f 85.—  |
| Mej. A. Schroeder van der Kolk, te Utrecht . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | - | 10.—  |         |
| Heineken, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | - | 10.—  |         |
| Chirurgijn N. J. ten Bosch, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | - | 10.—  |         |
| A. C. J. van Eelde en W. Jansen, te id., te zamen . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | - | 4.—   |         |
| Door Dr. Fabius, te Velp:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |       |         |
| Van C. C. Avelingh, A. Th. Prins, Mevr. de Wed.<br>Avelingh, geb. Kets, W. D. Meijer, van Barneveld,<br>L. H. Sprenger, F. C. P. Alsche, Mr. E. J. L. Colson<br>Aberson, Mr. Quattius, en A. C. F. Schlüter, samen . . . . .                                                                                                                                 | - | 17.50 |         |
| Door Dr. A. Haima van de Wal, te Varik:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |       |         |
| G. A. A. C. Valkis, te Varik . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | f | 25.—  |         |
| Wed. W. Formijne, geb. ten Hout, te Ophemert . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | - | 5.—   |         |
| Voorts kleinere giften van: E. Formijne, J. A.<br>H. Dericks, Ds. J. J. de Kat Angelino, en<br>A. J. Verweij te Varik, A. Tilanus te Tiel,<br>Mej. J. Valkis te Tiel, J. J. le Roy, A. J.<br>Peereboom, C. M. Kosten, en J. de Bruijn<br>te Heerwaarden; B. den Ouden en Ds. N. J.<br>H. Ondegeest te Opijnen, en A. Haima van<br>der Wal te Varik . . . . . |   |       |         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | - | 29.50 | - 59.50 |
| Door Geneesheer W. J. L. Verbeek, te Wijk bij<br>Duurstede:                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |       |         |
| J. V. M. van Toulon van der Koog, te Wijk<br>bij Duurstede . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                         | f | 10.—  |         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |       |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|---------|
| W. J. L. Verbeek, te Wijk bij Duurstede . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | f | 5.—   |         |
| van Wijek, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | - | 5.—   |         |
| J. van Mariënhoff, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | - | 5.—   | f 25.—  |
| Dr. G. P. Kortenhorst, te Weesp . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | - | 5.—   |         |
| Door Dr. C. de Rooij, te Weesp:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |       |         |
| F. N. van der Muelen, te Weesp . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | f | 10.—  |         |
| C. A. Heijdenanus, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | - | 10.—  |         |
| Vastwijk, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | - | 5.—   |         |
| C. J. van Houten, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | - | 5.—   |         |
| Onleesbaar, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | - | 5.—   |         |
| Voorts kleinere giften van: C. E. de Kloet,<br>A. H. Jansen, W. Hulscher, Wed. W.<br>Bulk, J. Beijers, L. A. Huitema, P. F.<br>Kates, A. H. de Klerek, Dames Prins, P.<br>G. Dabe, Wed. A. F. Linguis, J. Brunt,<br>J. A. M. van Dobben, Boeser, K. H.<br>Schutte, Wed. Weber, Epkema, B. Kool,<br>F. Brijne, G. Verschuur, C. de Jongh,<br>A. J. Hoen, Ballentijn, C. Ongers, H. Gudsehe.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | f | 31.50 | - 66.50 |
| Mej. S. Vermeulen, te Zwaluwe . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | - | 2.50  |         |
| Door Dr. A. J. W. van Anrooy, te Zalt-Bommel:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |       |         |
| Enige giften van Mr. J. J. Ermerins, Mr. P. M., F. Verhoeff,<br>J. A. Esuma, W. M. D. van Wely, H. Edema, Dr.<br>P. G. van Anrooy, J. Brink, J. A. A. van de Garde,<br>W. G. van Nouhuys, Mevr. de Wed. Vermeulen geb.<br>Stort, P. H. den Ouden, H. L. van Bloemen Waan-<br>ders, L. P. Peletier, A. Valkenburg, Mevr. de Wed.<br>Hoffman geb. van Hove, W. Murman, Fred. Philips,<br>C. F. van Anrooy, W. van Keeken, D. C. den Ouden,<br>C. E. W. Blomhert, J. A. Pool, E. H. Boland, Dr.<br>A. E. C. de Jongh, J. A. van Kuyk, H. O. van Os,<br>H. W. van Woelderens, J. Henri Everts, Mej. J. A.<br>Mijsberg, C. L. Blomhert, A. Kaub, Mevr. de Wed. van<br>der Poel, D. W. van Dam, allen te Zalt-Bommel, te zamen | - |       | 63.50   |
| W. C. Holm, te Zeist . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | - | 25.—  |         |
| Mevr. Sandberg geb. Paulus, te Zwolle . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | - | 20.—  |         |



|                                                                                                                                                                                                                                |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Mevr. van Nagell geb. van Pallandt, te Zwolle . . . . .                                                                                                                                                                        | f 25.—  |
| Onleesbaar, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                     | - 10.—  |
| Mevr. Wicherlich, te id. . . . .                                                                                                                                                                                               | - 5.—   |
| C. de Vos van Steenwijk, te id. . . . .                                                                                                                                                                                        | - 10.—  |
| Onleesbaar, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                     | - 10.—  |
| de Vos van Steenwijk van Essen, te id. . . . .                                                                                                                                                                                 | - 10.—  |
| M. D. Pruijmers, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                | - 10.—  |
| J. Thiebout, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                    | - 25.—  |
| Dames Vos de Wael, te id. . . . .                                                                                                                                                                                              | - 5.—   |
| L. J. Vos de Wael, te id. . . . .                                                                                                                                                                                              | - 5.—   |
| Dr. Th. Schaeppman, te id. . . . .                                                                                                                                                                                             | - 5.—   |
| Mej. W. A. Helmich, te id. . . . .                                                                                                                                                                                             | - 5.—   |
| Voorts kleinere giften van J. Hamecourt, Freules Mulert,<br>J. C. H. Wispelwey, C. B. Sandberg, G. van Ketwich<br>Verschuur, W. G. van Velsen, Wed. F. Vos de Wael,<br>en twee andere gevers, wier namen onleesbaar zijn . . . | - 150.— |
| Anonymus . . . . .                                                                                                                                                                                                             | - 25.—  |
| Dr. W. J. Oosterhof, offic. van gez. 1 <sup>e</sup> kl. O. I. L. . . . .                                                                                                                                                       | - 25.—  |
| J. van der Laan, te Samarang. . . . .                                                                                                                                                                                          | - 25.—  |
| Mr. L. Klopogge, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                | - 20.—  |
| Ant. Mareks, te Samarang. . . . .                                                                                                                                                                                              | - 25.—  |
| F. J. Knoops, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                   | - 25.—  |
| O. Meine, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                       | - 25.—  |
| A. Schmitz, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                     | - 25.—  |
| G. Barendse, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                    | - 25.—  |
| H. Drehfahl, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                    | - 25.—  |
| J. J. M. Everts, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                | - 25.—  |
| J. Julius, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                      | - 25.—  |
| C. C. Martens, te id. . . . .                                                                                                                                                                                                  | - 25.—  |
| Traub, te Buitenzorg. . . . .                                                                                                                                                                                                  | - 5.—   |
| H. J. E. Everard, te Soerabaya. . . . .                                                                                                                                                                                        | - 25.—  |
| Door Dr. Michael Cohn, te Medan (Deli) . . . . .                                                                                                                                                                               | - 163.— |
| Dr. Luchtman, te Ambarawa . . . . .                                                                                                                                                                                            | - 25.—  |
| Offic. van gez. Kennedy . . . . .                                                                                                                                                                                              | - 5.—   |
| Birma Tiedeman en van Kerchem, te Batavia. . . . .                                                                                                                                                                             | - 25.—  |



## NOG EENS: DE KLEURSTELSLS

(NAAR AANLEIDING VAN HERING'S „KRITIEK”).

DOOR

F. C. DONDERS.

---

### I. Inleiding.

Bij meer dan eene gelegenheid betuigde ik instemming met de theorie van Thomas Young. Niet alleen beaamde ik het beginsel der physiologische energieën, dat aan de theorie ten gronde ligt, maar ik hield ook vast aan die van rood, groen en violet, de fundamenteele kleuren van Young.

Ik meende voorts te handelen in den geest der theorie, wanneer ik den oorsprong dier energieën zocht in zoovele corresponderende, specifieke netvlies-processen, met secundaire psycho-physische in de centrale substantie, waaruit, door combinatie, alle verdere processen met hunne respectieve kleursensaties geboren worden, de enkelvoudige en ook het kleurlooze wit niet uitgezonderd.

Op twee punten evenwel veroorloofde ik mij eene afwijking van de theorie van Young.

Die theorie onderstelt niet slechts, dat uit de samenwerking der drie energieën wit geboren wordt, maar bovendien, dat wit niet anders dan uit de samenwerking dier energieën kan ontstaan.

Met deze voorstelling kon ik mij niet vereenigen. Wij hebben, meen ik, genoegzamen grond om aan te nemen, dat de sensatie van het kleurlooze aan die der kleuren is voorafgegaan. Uit de eerste denken wij ons de laatsten door differentiatie geworden. En naar die voorstelling is de sensatie van wit in de spectraalkleuren niet te beschouwen als een resultaat van de samenwerking der drie energieën, maar als een overblijfsel der oorspronkelijke sensatie. Om de onvolkomen saturatie der uiterste kleuren van het spectrum uit de samenwerking der drie energieën te verklaren, zou men moeten onderstellen, dat de uiterste werkzame stralen al dadelijk tegelijk de drie energieën wekken, wat, bij haar photo-chemischen oorsprong, zich niet wel laat aannemen.

De sensatie van wit, zooals zij zich onder den invloed der gezamenlijke zonnestrallen heeft ontwikkeld, onderstelt een compleet proces, die der kleuren onderstellen slechts partiële processen, en terwijl het complete als het oorspronkelijke, de partiële als secundair zijn te beschouwen, verklaart het onvolkomene der differentiatie, als van zelf, dat aan iedere sensatie van kleur die van het kleurlooze verbonden is. Dat complete proces zoeken wij in totale, de partiële in partiële splitsing der moleculen. Zoowel bij groote intensiteit van het licht als bij zeer labile moleculen, het resultaat van een langdurig verblijf in het duister, is het te wachten, dat, tegenover de partiële, de totale splitsing op den voorgrond treedt. In beide gevallen neemt werkelijk de saturatie af.

Bij deze genetische opvatting wordt het eene fictie, dat alle sensatie van wit uit de samenwerking der drie energieën zou geboren worden.

De tweede afwijking, waartoe ik mij genoopt zag, betreft niet de theorie zelve, maar enkel hare betrekking

tot de zoogenoemde kleurenblindheid. Thomas Young sprak reeds de meening uit, dat in kleurstelsels als dat van John Dalton een der drie fundamenteele kleuren, en wel het rood, zou ontbreken. Clerk Maxwell en Helmholtz, van dezelfde onderstelling uitgaande, trachten te bepalen, welke kleur aan de kleuren-tafel ontbrak, waarmede dan een der fundamenteele van het normale stelsel zou gevonden zijn.

Die onderstelling scheen mij niet gerechtvaardigd. Het geldt hier niet het wegvallen van een der kleuren, die reeds tot ontwikkeling gekomen waren, maar het uitblijven eener derde kleur, tengevolge van onvolkomene differentiatie. Dat dit zou gelijkstaan met eenvoudig defect, strijdt met onze voorstelling van ontwikkeling. Het is daarom niet aannemelijk, dat de twee kleuren van het tweekleurenstelsel gelijk zouden zijn aan twee der kleuren van het driekleurenstelsel. Veeleer is te onderstellen, dat het totaal-proces van het eerste niet wezenlijk verschilt van dat van het laatste. Dat dit werkelijk alzoo is, zal later blijken.

Uit deze beschouwing vloeit voort, dat, om tot een inzicht te geraken in het onderling verband der energieën, en daarmede van dat der stelsels, men de energieën van het normale en van de verschillende tweekleurenstelsels, onafhankelijk van elkander, in een zeker aantal gevallen heeft vast te stellen.

Het onderzoek beginne met het bepalen der intensiteitskrommen van de verschillende energieën. Die krommen leveren reeds een belangrijk criterium. In gevallen, die tot het tweekleurenstelsel behooren, is de bepaling zeer eenvoudig. Als standaardkleuren of componenten heeft men een warme en een koele te kiezen, b.v. het rood van C en het blauw van G. Door vermenging van



deze in verschillende hoeveelheden laten zich dan al de tusschen die componenten gelegen kleuren van het spectrum in de haar eigene helderheid en saturatie samenstellen. De daartoe gevorderde hoeveelheden van beide worden als ordinaten op een abscis gebracht, die geene andere zijn kan dan die der golflengten van het spectrum. Men kan voorts de beide aldus verkregen krommen op het interferentie-spectrum en verder op gelijke areas reduceeren.

Zijn die krommen nu voor het stelsel in het algemeen kenmerkend te noemen, men ziet gereedelijk in, dat zij toch slechts een relatieve beteekenis hebben. Vooreerst zijn wij eenigszins vrij in de keuze der componenten, en andere componenten geven andere krommen. Waarop men te letten heeft, is: dat ze met voldoende helderheid voldoende saturatie paren. De grootste verzadiging vindt men nabij de uiteinden van het spectrum: hier zou men ook het voordeel hebben, dat alle kleuren tusschen de componenten begrepen zijn. Maar de lichtsterkte is er onvoldoende. Toereikende, én voor rood én voor groenblinden, wordt ze eerst omstreeks de lijnen C en G. Hier blijft nu zekere speelruimte over, en — in zooverre is de keuze conventioneel, in zooverre hebben de krommen slechts een relatieve beteekenis.

Ten anderen, worden alle homogene kleuren, tusschen de componenten begrepen, welke hare saturaties zijn mogen, zelfs de neutrale kleurlooze lijn, in de door deze componenten geleverde ordinaten uitgedrukt. Daarmee maken wij ons schuldig aan de fictie, waarop ik boven wees, de fictie, namelijk, dat die kleuren en ook de neutrale kleurlooze, zooals zij door homogeen licht worden voortgebracht, het resultaat zijn van de samenwerking der beide standaardkleuren. In werkelijkheid echter is het daarin bevatte wit het directe effect der correspondee-



rende golflengten, en als kleureffect hebben wij dus, voor iedere golflengte, niet de hoogten der beide ordinaten, maar hare hoogte-verschillen op tot gelijke areas gereduceerde krommen in rekening te brengen. In het kleurlooze stelsel zal niemand zich de samenwerking van twee of drie energieën denken. Bij den aanvang nu van het tweekleurige stelsel begint zich in de uiterste golflengten iets van het partiëele kleuren-proces te openbaren, terwijl in het overige gedeelte de sensatie nog kleurloos is, zonder differentiatie.

Wij hebben dus op iedere plaats de saturatie òf rechtstreeks te bepalen òf uit de twee respectieve ordinaten te berekenen. En aan de aldus gevondene relatieve saturatie voor verschillende golflengten hebben wij nog niet genoeg. Wij moeten ze daarenboven voor ieder bijzonder geval naar een gemeenen maatstaf vaststellen, ten einde de verschillende gevallen onderling te kunnen vergelijken.

Voor het driekleurenstelsel gelden dezelfde bezwaren: de uiterste kleuren van het spectrum, die ik als twee der fundamenteele heb aangenomen <sup>1)</sup>, zijn wegens hare geringe lichtsterkte uitgesloten; voor de derde heeft men, zonder vaste aanwijzing, een keuze van groen te doen. Bovendien zijn de tusschengelegen kleuren door vermenging der standaardkleuren niet met de saturatie der homogene te verkrijgen, en van de werkelijke verkregene saturatie geeft het hoogte-verschil der ordinaten hier geene aanwijzing. Om zijn doel te bereiken, moet men dus nog andere wegen opzoeken.

---

1) Zie de kleurstelsels, bl. 16. Dat de onzichtbaarheid der minder breekbare stralen niet van opslorping in de vochten van het oog afhangt, is uit proeven van Engelmann. Onderzoekingen. D. VII bl. 291, onlangs op nieuw gebleken.

Doch, in weerwil van de slechts relatieve beteekenis der krommen, voert het onderzoek toch al spoedig tot het resultaat, dat men eenige typische vormen kan onderscheiden en dat ook de overgangsvormen niet geheel ontbreken. Een eerste proeve daarvan leverde ik in mijne mededeeling op het Internationaal Geneeskundig Congres, in 1881 te Londen gehouden <sup>1)</sup>, alwaar ik de krommen vertoonde van absolute kleurblindheid, roodblindheid, groenblindheid en normale stelsels, op de overgangsvormen wees, vooral tusschen de beide laatsten, en een methode beschreef tot quantitative bepaling der minimale kleursverschillen op den weg tusschen groen en geel. Terwijl deze kleursverschillen in het tweekleurig stelsel geheel ontbreken, maken zij ons den trapsgewijzen overgang aanschouwelijk tot de meer en minder volkomene vormen van het driekleurig stelsel, dat in het normale oog zijn toppunt waarschijnlijk nog niet heeft bereikt.

Zoo komen wij in het bezit van een schema van een vergelijkende leer der kleurstelsels bij den mensch: in hoever dit een phylogenetische beteekenis heeft, moest worden in het midden gelaten <sup>2)</sup>.

Terwijl in het algemeen mijn onderzoek zich aansluit aan de theorie van Young-Helmholtz, kon ik niet

---

1) Transactions of the international medical Congress. 1881. Physiology. p. 81. — verg. ook Onderzoekingen Physiol. Laboratorium. VII. bl. 95. Utrecht, 1882.

2) Op hetzelfde gebied beweegt zich de dissertatie van Dr. van der Weijde, Methodisch onderzoek der kleurstelsels van kleurblinden. Utrecht, 1882. B. XXVIII. 2. S. 1. afgedrukt in Onderzoekingen Physiol. Laboratorium, gedeeltelijk in Graefe's Archiv für Ophthalmologie B. XXVII, 2. S. 1, waarin de methoden tot het verkrijgen en het reduceeren der krommen beschreven zijn, met toepassing op een geval van roodblindheid en een van groenblindheid.

buiten collisie blijven met die van Ewald Hering, wiens streven meer op tegenstelling dan op aansluiting bedacht is. Hering heeft zich nu geroepen gevoeld, uit het standpunt zijner theorie, mijne beschouwingen aan een kritiek te onderwerpen, afgedrukt in het *Naturwissenschaftliche Jahrbuch „Lotos“* B. II. Prag 1882, en ook afzonderlijk in den handel gebracht. Zij is bepaaldelijk gericht tegen mijne verhandeling „Over Kleur-„stelsels“<sup>1)</sup>. Hij neemt ook notitie van mijne mededeeling op het congres te Cambridge, waarvan een extract te vinden is in de *Annales d'Oculistique*. Van die op het congres te Londen en van de dissertatie van Dr. van der Weijde droeg hij nog wel geen kennis.

In een vroegere verhandeling had Hering<sup>2)</sup> zijn voornemen te kennen gegeven, om zijne theorie later breedvoerig uit een te zetten en eerst bij die gelegenheid de bedenkingen te beantwoorden, waaraan zij had blootgestaan. Hij meent echter niet langer te mogen zwijgen, nu de kritiek eene poging geldt, „die Young-„Helmholtz'sche Theorie mit der meinigen zu verschmelzen und zu diesem Zwecke beide Theorien wesentlich „zu modificiren“: zóó karakteriseert Hering mijne verhandeling.

Mijnerzijds zou ik ook liefst zijne kritiek niet hebben beantwoord; maar ik mocht door mijn zwijgen niet den schijn op mij laden, ze als juist te erkennen. Bovendien berustte

1) Onderzoekingen *Physiol. Laboratorium*. Deel VII. en 23<sup>e</sup> Verslag Gasthuis voor ooglijders, met wetenschappelijke bijbladen. *Duitsch Ueber Farbensysteme in Archiv für Ophthalmologie*. B. XXVII. 1. S. 155 Fransch, in *Archives de Harlem*, T. XVI. 1881 p. 150, en *Annales d'Oculistique*. T. LXXXVI. 1881.

2) *Zur Erklärung der Farbenblindheit aus der Theorie der Gegenfarben*. Prag. 1880.



Hering's kritiek voor een deel op misverstand, dat moest worden uit den weg geruimd, en wenschte ik ook mijn antwoord door een opzettelijke kritiek van Hering's theorie te doen volgen, die, mijns inziens, niet langer mocht achterwege blijven.

Om den lezer in staat te stellen, zich over een en ander een eigen oordeel te vormen, meende ik te moeten beginnen met de grondstellingen van Hering's theorie in herinnering te brengen. De kleurblindheid, in betrekking tot de theoriën van Young en van Hering, volgt afzonderlijk, en ten slotte wordt het verband tusschen de kleurstelsels uit het hierboven aangegeven standpunt nader ontvouwd.

## II. Grondstellingen van Hering's theorie.

Eene reeks mededeelingen, van 1872—1874, door Hering aan de Kaiserliche Academie der Wissenschaften te Weenen toegezonden, vereenigde hij in zijne brochure: zur Lehre vom Lichtsinne. Wien 1878.

De twee laatste mededeelingen leveren de Grundzüge einer Theorie des Lichtsinnes und des Farbensinnes. „Die „Hauptsätze einer neuen Theorie des Farbensinnes“ vinden wij in § 42, en aan het slot doet Hering de hoofdpunten zijner theorie nog eens uitkomen, „damit nicht etwa über „einer Discussion untergeordneter, hier nur flüchtig und „vielleicht mangelhaft erörterter Nebendinge die Hauptsache „aus dem Auge verloren werde.“ Zoo zien wij ons in staat gesteld, de bedoelde grondstellingen nagenoeg met de eigene woorden van den ontwerper weer te geven.

Hering gaat uit van eene, zooals hij zegt, „ganz „vorurtheilsfreie Analyse der Gesichtsempfindungen.“ Deze Analyse voert hem tot zes „Grundempfindungen“, die zich tot drie paren laten ordenen: zwart en wit, rood en groen, geel en blauw. Zij worden ondersteld verbonden te



zijn aan eene „Sehsubstanz”, en elk der genoemde drie paren is vertegenwoordigd door een Dissimilierungsproces *D* en een Assimilierungsproces *A* besonderer Qualität „so-  
„dass also die Sehsubstanz in dreifach verschiedener Weise  
„der chemischen Veränderung oder des Stoffwechsels fähig  
„ist”. Hij vindt er echter geen bezwaar in, in plaats van  
ééne homogene, drie verschillende substanties te onderscheiden en deze kortweg de zwart-witte, de blauw-gele en rood-groene te noemen.

In de zwart-witte nu beantwoordt *D* aan wit, *A* aan zwart. „Für die blau-gelbe und die roth-grüne Sub-  
„stanz” zegt H., „lasse ich es vorerst ausdrücklich dahin-  
„gestellt sein, welche Farbe die *D*-Farbe, und welche  
„die *A*-Farbe ist.”

In de drie substanties hebben gelijktijdig *D* en *A* plaats, in de zwart-witte echter, als veel meer ontwikkeld, veel krachtiger dan in de beide anderen. Daarom is ook „das Gewicht der immer gleichzeitig vorhan-  
„denen sechs Grundempfindungen ein sehr verschiede-  
„nes: relativ gross das der Schwarzen und Weissen,  
„sehr klein das der vier farbigen Grundempfindungen”, die vaak zelfs beneden de „Schwelle” blijven.

„Alle Strahlen des sichtbaren Spectrums”, zoo heet het verder, „wirken dissimilierend auf die schwarz-weise  
„Substanz, aber die verschiedenen Strahlen in verschiede-  
„nem Grade. Auf die blaugelbe oder die grünrothe Sub-  
„stanz dagegen wirken nur gewisse Strahlen dissimilierend  
„und gewisse Strahlen gar nicht.”

„Gemischtes Licht erscheint farblos, wenn es sowohl  
„für die blaugelbe als für die rothgrüne Substanz ein gleich  
„starkes Dissimilierungsmoment setzt, weil dann beide Mo-  
„mente sich gegenseitig *aufheben*, und die Wirkung auf  
„die schwarzweise Substanz rein hervortritt.”

„Zwei objective Lichtarten, welche zusammen Weiss  
„geben, sind also *nicht als complementaire*, sondern als  
„*antagonistische* Lichtarten zu bezeichnen, denn sie ergän-  
„zen sich nicht zu weiss, sondern lassen dieses nur rein  
„hervortreten, *weil sie als Antagonisten sich gegenseitig ihre*  
„*Wirkung unmöglich machen.*”

Aan de drie substanties beantwoorden voorts drie soor-  
ten van D-prikkelbaarheid en van A-prikkelbaarheid, die  
allen variabele grootheden zijn. Dientengevolge kan het-  
zelfde lichtmengsel een verschillende sensatie wekken,  
naar de „Stimmung des Sehorganes”, die door de zes  
prikkelbaarheden bepaald wordt.

Zooveel leert ons § 42.

Wat men door „das Gewicht einer Empfindung” te  
verstaan hebbe, is in § 29 (vom Gewicht der Gesichtsempfindungen) en in § 43 (vom Gewicht der Farbeempfindungen) na te zien.

Hering was tot het resultaat gekomen (§ 28): „dass  
„die Art (Helligkeit oder Dunkelheit) einer farblosen  
„Gesichtsempfindung bestimmt ist durch *das Verhältniss*,  
„in welchem die Intensität oder Grösse der Dissimilirung  
„der Sehsubstanz zu ihrer gleichzeitigen Assimilirung  
„steht.”

Van de absolute grootten van D en A zouden dus  
„Helligkeit und Dunkelheit” geheel onafhankelijk zijn.

Nu vraagt hij in § 29, wat dan de absolute grootte  
beteekent. En het antwoord luidt: „Sie bestimmt das  
*Gewicht* der entsprechenden Empfindung.”

Dit wordt nader opgehelderd: „Liegen einer Empfin-  
„dung, wie z. B. dem Grau, zwei gleichzeitige psycho-  
„physische Prozesse verschiedener Qualität zu Grunde, so  
„gibt die Summe der Grössen beider Processen das Ge-  
„wicht der resultirenden oder Mischempfindung. Die

„Deutlichkeit mit welcher in einer solchen zusammengesetzten Empfindung jede einzelne relativ einfache Empfindung hervortritt, hängt ab von dem Verhältnisse, in welchem ihr eigenes Gewicht zum Gesamtgewichte der resultirenden oder zusammengesetzten Empfindung steht. So ist die Helligkeit oder Weisslichkeit einer grauen Empfindung bestimmt durch das Verhältniss des Gewichtes der weissen Empfindung (oder der Grösse der Dissimilierung) zum Gesamtgewichte der grauen Empfindung, d. h. zur Summe der Gewichte der weissen und der schwarzen Empfindung (oder der Grössen der Dissimilierung und der Assimilierung).“

„Ist eine schon zusammengesetzte Empfindung, wie z. B. Grau, wieder eine Componente einer noch complicirteren Verbindung, z. B. des Graublau, so hängt die Deutlichkeit, mit welcher das Grau in dieser Empfindung hervortritt, wieder ab von dem Verhältnisse, in welchen das Gewicht der grauen Empfindung zum Gesamtgewichte der grau-blauen steht.“

Hierin ligt het „psycho-physische Grundgesetz“ opgesloten, waarvan Hering „im Gegensatze zu Fechner“ uitgaat. „Dieses Gesetz besagt“ zoo lezen wij, „dass die Reinheit, Deutlichkeit oder Klarheit irgend einer Empfindung oder Vorstellung abhängt von dem Verhältnisse, in welchem das Gewicht derselben, d. i. die Grösse des entsprechenden psycho-physischen Processes, steht zum Gesamtgewichte aller gleichzeitig vorhandenen Empfindungen und Vorstellungen, d. i. zur Summe der Grössen aller entsprechenden psycho-physischen Prozesse.“

In deze wet en in de processen van Dissimilierung en Assimilierung, met D- en A-Erregbarkeiten in drie Schsubstanties, wortelt, zooals wij in de Schlussbemerkingen (S. 138) lezen, de nieuwe theorie, „obwohl zunächst



„begründet auf einer möglichst vorurtheilsfreien Analyse „der Gesichtsempfindungen“.

Hiermede is, naar ik meen, een overzicht gegeven der nieuwe theorie. „Der Nachweis, dass die einzelnen Theile des nervösen Sehorganes in inniger functioneller Wechselbeziehung stehen“, waaraan de twee eerste mededelingen zijn gewijd, staat, dunkt mij, met de theorie in geen direct verband. In dit overzicht mogen ze daarom achterwege blijven. Zooveel noodig, zal in het vervolg daarvan worden melding gemaakt.

### III. Hering's kritiek mijner verhandeling.

Hering splitst zijn kritiek in vier deelen, die tot opschrift dragen:

*a.* Donders neemt die meisten Hauptsätze der Theorie der Gegenfarben an;

*b.* Donders versucht die Gegenfarbentheorie in zwei-Punkten abzuändern;

*c.* Donders sucht die Vierfarbentheorie mit der Dreifarben-theorie von Young-Helmholtz zu combiniren;

*d.* Widerlegung der von Donders gegen die Theorie der Gegenfarben erhobenen Bedenken.

Wat *a*, *b* en *c* betreft, zal ik den Schrijver op den voet volgen. Daarbij zal gelegenheid zijn, zooveel noodig, ook op *d* te antwoorden.

#### *A. Donders nimmt die meisten Hauptsätze der Theorie der Gegenfarben an.*

Die bewering bevreedde mij. Het wezen van Hering's Theorie ligt, zooals haar naam aanduidt, in de „Gegenfarben.“ De Gegenfarben had ik bestreden met al hare consequenties. Hoe kon ik dan geacht worden „die meisten Hauptsätze“ der Theorie aan te nemen?



Bij het lezen van Hering's betoog werd mij het raadsel opgelost. Resultaten en denkbeelden, aan andere schrijvers ontleend en in de theorie ingelijfd, zag ik hier tot hare „Hauptsätze" verheven, en die resultaten en denkbeelden onderschrijven heet — zich met de Hauptsätze van de Theorie der Gegenfarben vereenigen.

Een eerste voorbeeld.

De sensaties ten gronde leggende, neem ik, naast zwart en wit, vier enkelvoudige kleuren aan, zooals ze door Lionardo da Vinci werden onderscheiden, door Göthe bij de nomenclatuur der kleuren op den voorgrond gesteld, door Aubert nadrukkelijk als de principale aangewezen en door Mach als enkelvoudige aan enkelvoudige psycho-physische processen verbonden, en zie, — daarmede neem ik, volgens Hering, een der Hauptsätze aan van zijne Theorie.

Verder:

Newton's kleurcirkel onderstelt, dat de complementaire kleuren daarin diametraal tegenover elkander liggen. Brücke stelt die verhouding als postulaat op den voorgrond. Ik acht dien eisch gerechtvaardigd: „Mit mir," zegt Hering, alsof ik met zijne Theorie ware te rade gegaan en een van hare Grundsätze had aangenomen.

Bovendien ziet Hering over het hoofd, dat ik de kleuren niet eenvoudig op die wijze ordende, maar uit frissche kleuren van olieverf langs zuiver empirischen weg, overal met gelijke even merkbare verschillen (iets grooter dan de kleinst merkbare), mij alle overgangstinten verschaften en — als resultaat verkreeg: dat, bij straalswijze rangschikking op den omtrek van een cirkel (van 1 M. middellijn), en wel op gelijke afstanden van elkander, de complementaire overal nagenoeg diametraal tegenover elkander lagen. Deze zeer tijdroovende arbeid was niet overtollig. Er

moest worden onderzocht, of de complementaire kleursverschillen ongeveer even ver uit elkander liggen, en die vraag werd hier, naar ik meen voor het eerst, beantwoord, en wel in positieven zin.

Wij komen tot de psycho-physische processen.

Hering citeerde de woorden van Mach: „Jedem Psychischen entspricht ein Physisches und umgekehrt. *Gleichen* psychischen Processen entsprechen gleiche physische, „ungleichen ungleiche. Allen Details des Psychischen correspondiren Details des Physischen.” Nam Hering die stellingen aan, ik had daartegen geen bezwaar, hoegenaamd. „Immers, in ieder psycho-physisch proces,” zoo drukte ik mij uit, „heeft men, zoolang van dergelijke processen sprake was, zoo niet éénheid, absolute correspondentie van het psychisch en physisch element aangenomen.” Ik zeg: zoolang van dergelijke processen sprake was. Heeft Fechner <sup>1)</sup> niet reeds gezegd: „Leib und Seele gehen mit einander; der Aenderung im einen correspondirt eine Aenderung im anderen?” Beteekenen zijne woorden: „die geistige und leibliche Seite des Menschen gehören ebenso untrennbar zusammen als die convexe und concave Seite eines Kreises,” iets anders? Trouwens reeds vóór Fechner werd hier en elders hetzelfde geleerd. En nu heet het: „Demnach postulirt Donders, *ebenso wie ich*, „für die vier einfachen Farben vier entsprechende spezifische Prozesse, Schwarz und Weiss nicht inbegriffen.”

En omtrent de centrale substantie:

Laat ik volgen, dat, naar mijn oordeel, de genoemde processen aan dezelfde stof, aan denzelfden vorm gebonden zijn, zoo herinnert Hering: „Auch ich habe als Träger der fraglichen psycho-physischen Prozesse

1) Elemente der Psycho-physik. 1860. Bd. I. S. 5.

„eine Substanz angenommen, welche in verschiedenen Weisen der chemischen Veränderung oder des Stoffwechsels fähig ist,” en besluit: „Abgesehen also davon, dass Donders diese Substanz als centrale Substanz bezeichnet, während ich sie Sehsbstanz nannte, bestaat auch hier keine Differenz zwischen Donders und mir.”

Moet ik Hering wijzen op de „*Sehsinnsstanz*” van Johannes Müller <sup>1)</sup>, „eine Substanz, die von jedwedem Reiz, welcherlei Art er immer sei, aus ihrer Ruhe zur Affection bewegt, diese ihre Affection in den Energieen des Lichtens, Dunkeln, Farbigen sich selbst zur Empfindung bringe,” — bij welken Meester wij beide ter schole gingen? Zou eenig physioloog, zou Helmholtz, die in de theorie van Young het beginsel erkende van de leer der physiologische energieën, zooals die later door Joh. Müller zou ontwikkeld worden, er anders over denken of gedacht hebben? Wat beteekenen dan de woorden van Hering: „Auch hier keine Differenz zwischen Donders und mir?”

Hering brengt nu in herinnering, dat, onder den invloed van het licht, in die Sehsbstanz een chemisch proces ontstaat en dat een chemische verandering in tegenovergestelde richting die substantie tot haren oorspronkelijken toestand terugbrengt, en laat daarop volgen: „Donders acceptirt auch diese meine Auffassung, braucht jedoch nicht die Worte Dissimilierung und Assimilierung, sondern sagt statt dessen Dissociation und Neubildung der Molecüle.”

Ik weet waarlijk niet wat ik hier van Hering zou te accepteeren hebben. Aan verbruik en herstel in de weefsels twijfelt immers niemand; de door het licht in het

---

1) Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. S. 44 u. f. 1826.



netvlies opgewekte werking vatte ik sedert lang als photochemisch proces op 1), en gebruikte ik het woord dissociatie, dan moge herinnerd worden, dat ik daarmede niet gewacht heb tot Hering van Dissimilierung gesproken had. Ik meen zelfs het woord in de physiologie te hebben ingevoerd 2), nadat mij gebleken was, dat de gaswisseling bij de ademhaling tot dissociatie kan worden teruggebracht, zooals het begrip daarvan in de thermochemie was vastgesteld. Alle verschijnselen van wisseling der gassen tusschen lucht en bloed en in het bloed zelf lieten zich uit dit proces verklaren, en wat het omtrent wisseling met kooloxyde en in het algemeen omtrent den invloed van temperatuur op de snelheid der wisseling van verschillende gassen wist te voorzeggen, vond ik proefondervindelijk bevestigd. Aan dit proces nu der omkeerbare dissociatie stelde ik, als niet omkeerbaar dissociatie-proces, het uiteenvallen der moleculen in de zogenaaamde producten van stofwisseling, in de levende weefsels, tegenover, nadat ik mij nog eens had overtuigd, dat uit die levende weefsels van de gretig opgenomen zuurstof, zelfs bij een temperatuur van 100°, geen spoor te verkrijgen is, terwijl zij bij veel lagere temperaturen reeds regelmatig koolzuur ontwikkelen, en wel, binnen zekere grenzen, in stijgende hoeveelheid met die temperatuur. Kon het anders dan dat ik die voorstellingen ook op de „Seh-sinnsubstanz” overbracht? En in verband daarmede kwam ik tot de hypothese van totale en partiële dissociatie als physische correlaten van kleurlooze en gekleurde sensatie.

In zóóver alleen is het proces in de levende weefsels

1) Vergelijk Sape Talma. Over licht- en kleur-perceptie. Utrecht 1873.

2) Onderzoekingen gedaan in het Physiol. Laboratorium. 3<sup>e</sup> reeks. I. p. 92.

geen zuivere dissociatie, als niet enkel de warmte-beweging daarbij in het spel is, maar ook de aanstoot van andere in beweging verkeerende moleculen.

Tot dusverre, waar Hering op overeenstemming wijzen kon, was, zooals men gezien heeft, niets in het spel wat „Grundsatz der Theorie” heeten mocht, niets wat zijn theorie karakteriseert. Het gold resultaten en denkbeelden, die ieder onzer ter beschikking stonden. Nu evenwel zijn wij genaderd tot een punt, dat inderdaad onder de „Kardinalpunkte” verdient geteld te worden, en wel een zoodanig, waarvan Hering zich het vaderschap onverdeeld mag toekennen: ik bedoel de onderstelling, dat de vorming van nieuwe moleculen, de Assimilirung van Hering, het stoffelijk correlaat zou zijn van de sensatie van zwart.

Maar hier nu ook berust de gewaande overeenstemming op een misverstand. Zie hier mijne woorden: „Mit der „Empfindung Weiss ist die vollständige Dissociation der „Molecüle verbunden. Schliesst man das Licht ab, dann „geht die Empfindung allmählig in Schwarz über. Während dem (N. B. während dem Uebergehen) steigt die „Anzahl der Molecüle und zeigt sich gesteigerte Neigung „zur Dissociation an.” Hering nu had gezegd: „Nach „vorabgegangener Einwirkung und dem darauffolgendem „Abschlusse des Lichtes überwiege die Assimilirung und „also die derselben (der Assimilirung) correspondirende „Empfindung des Schwarz.” En zijne conclusie is: „also „mit anderen Worten ganz dasselbe was Donders sagt.”

Behoudens een klein, maar veelbeteekenend verschil! „Und also,” zegt Hering (ik onderschrapte die woorden) en maakt daarmede de sensatie van zwart afhankelijk van het overwicht der Assimilirung. Bij mij is niets daarvan te vinden, niets wat blijk geeft, dat ik aan

de vorming van moleculen (Hering's Assimilirung) eenigerlei directe psycho-physische beteekenis zou hebben toegekend.

„Zweitens habe ich,” zegt Hering verder, „zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass das reine oder tiefe Schwarz überhaupt nur örtlich in Folge simultanen Contrastes auftritt.” Zou het waar zijn, dat Hering daarop het eerst opmerkzaam maakte? Elders <sup>1)</sup> zegt hij: „Gleichwohl ist es *eine Thatsache der alltäglichen Erfahrung*, welche ich jedoch noch nirgends besonders „betont gefunden habe, dass die eigentlich Schwarze „Empfindung erst unter dem Einflusse des äusseren Lichtreizes zu Stande kommt.”

Inderdaad is het een algemeen bekend feit, dat alléén naast wit de sensatie van zwart sterk uitkomt. Men leest het bij Helmholtz, men vindt het tamelijk „betont” door Delboeuf, en aan de uitdrukking van Hering beantwoordt volkomen de beschrijving van Aubert, die in het duister bij het zichtbaar worden van een gloeienden draad de subjectieve lichtverschijnselen zag verdwijnen. Aan een „ohne Weiteres annehmen von *zwei* Punkten aus meiner Theorie”, zooals Hering zegt, „welche ich mit als Kardinalpunkte derselbe bezeichnen darf” behoeft hij zich dus niet te ergeren.

Eindelijk herinnert Hering, hoe hij de Ermüdungshypothese van Fechner en Helmholtz heeft bestreden, en hoe ook ik geen onbepaald voorstander dier theorie ben. „Auch er (Donders) nimmt an, dass der „psycho-physische Process, welcher einer farbigen Empfindung entspricht, in dem Masse als er besteht und „andauert, den der Gegenfarbe oder Complementärfarbe

1) Zur Lehre vom Lichtsinne. S. 63.



„entsprechenden Process hervorruft.“ Hij citeert mijn woorden: „Wir haben zu berücksichtigen, dass jede „Farbe, in dem sie sich selber erschöpft und die complementaire hervorruft, bei ihrem Auftreten sofort zu „erblassen beginnt, um so schneller je grösser ihre „Lichtstärke.“ Is die voorstelling aan Hering ontleend? Ligt ze niet noodzakelijk in mijne partiëele dissociatie opgesloten, en wordt het „direct erzeugen“ der complementaire kleur uit die partiëele dissociatie zelfs niet eerst begrijpelijk, — immers veel begrijpelijker dan het ontstaan der Gegenfarbe uit een tegenovergesteld proces, wat de theorie van Hering wil? Trouwens, ook buiten de voorstelling der partiëele dissociatie, kon men zeer wel in het ontstaan der complementaire kleuren, met Plateau en zoovele anderen, een positief moment leggen, zonder bij Hering ter school te gaan.

Men ziet, in welken zonderlingen waan Hering bevangen is, wanneer hij zijn eerste betoog eindigt met de woorden: „Ich glaube im obigen hinreichend dargethan zu haben, dass Donders die meisten wesentlichen Sätze meiner Theorie einfach angenommen hat.“

Hering's tweede bewering luidt: Donders *versucht, die Gegenfarbentheorie in zwei Punkten abzuändern.*

Met het weerleggen der eerste bewering van Hering schijnt de tweede te vervallen. Immers een theorie, waarvan men de grondslagen verwerpt, kan men niet geacht worden op een paar punten te wijzigen.

Laat ons echter zien wat Hering bedoelt.

„Den ersten Abänderungsversuch,“ zoo lezen wij, „macht Donders bei Erörterung der psycho-physischen Prozesse, welche den verschiedenen farblosen „Lichtempfindungen entsprechen sollen.“

Die „Erörterung“, waarop Hering doelt, is bijzonder kort, en in het belang der duidelijkheid mag ik mij dus wel veroorloven ze te herhalen.

„Aan de sensatie van wit,“ zoo schreef ik (bl. 23), „is de „volledige dissociatie der moleculen verbonden. Zij mag „volledig heeten, omdat de moleculen, uit die dissociatie „geboren, voor geen verdere dissociatie vatbaar zijn. „Hiervan getuigt, dat, bij matige intensiteit, de sensatie „van wit kan aanhouden, zonder van aard te veranderen „en zonder tot secundaire sensaties te disponeeren, het- „geen uitsluitend aan de sensatie van wit eigen is. „Zelfs kan ze quantitatief geruimen tijd onveranderd „blijven, terwijl bij matig licht de voorwaarden zijn ver- „vuld, waarbij verbruik (dissociatie) en wording der „moleculen, onder den invloed der voeding, tegen elkander „opwegen. Sluit men het licht nu af, dan gaat ze „allengs in zwart over, insgelijks zonder wijziging harer „qualiteit. Daaronder stijgt het aantal moleculen door „overwicht der wording en openbaart zich grootere nei- „ging tot dissociatie. Eindelijk kunnen vorming en ver- „bruik hierbij aan elkander gelijk worden, en wel met „reductie van beide tot een minimum: de sensatie na- „dert dan tot zwart; terwijl volmaakt zwart slechts „voorkomt plaatselijk, onder den invloed van contrast. „In dien toestand heeft de gevoeligheid haar maximum „bereikt. . . . .”

De onbevangen lezer zal gezien hebben, dat hier de dissociatie, in hare verhouding tot het invallende licht, als physisch correlaat van alle lichtsensatie wordt vooropgezet, en dat van vorming van moleculen slechts sprake is, in zoover deze strekken moet, om de dissociatie te onderhouden.

Niet aldus Hering. Hij is blijkbaar van meening,

dat ik het physisch correlaat zoek niet in de dissociatie, als zoodanig, maar, conform aan zijne theorie, in de verhouding van D tot A.

Een mijner laatste zinsneden luidt: „Sluit men het „licht nu af, dan gaat ze (de sensatie van wit) allengs „in zwart over, zonder wijziging harer qualiteit: *daaronder* „stijgt het aantal moleculen door overwicht der wording „en openbaart zich grooter neiging tot dissociatie.” — Wat zou dat anders beteekenen dan dat, bij het afsluiten van het licht, de sensatie van wit verdwijnt en dat *daaronder* („während dem”) het aantal voor splitsing vatbare moleculen weer stijgt. Is daarmede eenig oorzakelijk verband tusschen de vorming dier moleculen en de sensatie van zwart aangewezen? — En Hering citeert het ten bewijze: „dass „Donders der Empfindung des Schwarz ein Ueberwiegen der Neubildung über den Verbrauch entsprechen lässt”.

Even onjuist is zijne opvatting der voorafgaande zinsnede, waarin wordt aangenomen: dat de dissociatie, en *daarmede* de sensatie, zelfs geruimen tijd onveranderd blijven kan, terwijl bij matig licht de voorwaarden zijn vervuld, waaronder verbruik (dissociatie) en wording der moleculen, onder den invloed der voeding, tegen elkander opwegen. Hering leest daarin, dat ik aan het evenwicht tusschen vorming en verbruik een reeks van helheden laat beantwoorden, — die ganze Skala der Empfindungen welche mässiges Licht in uns erweckt,” terwijl dat evenwicht door mij gepostuleerd wordt — niet voor dezen of genen bepaalden graad van helheid, maar enkel en alleen voor het onveranderd blijven van dien graad, welke dan ook: onveranderd kan deze slechts blijven, wanneer, bij evenwicht tusschen vorming en verbruik, gelijke moleculen in gelijk aantal ter dissociatie beschikbaar blijven.



Ziedaar de beteekenis mijner Erörterung.

En wat zijn nu de paradoxen, waarin ik mij, volgens Hering, zou verwickeld hebben; wat ligt ten gronde aan het compromittante lijstje van corresponderende sensaties en processen, dat Hering, na een moeilijk te doorworstelen betoog, op bladz. 9 als mijn resultaat ten beste geeft? Misverstand, louter misverstand! „Während ich,” zegt Hering, „demjenigen Zustande der „Sehsubstanz in welcher Verbrauch und Ersatz einander „das Gleichgewicht halten und also die Sehsubstanz „unverändert bleibt, nur eine einzige, ganz bestimmte „Empfindung entsprechen lasse, nämlich das neutrale „Grau, entspricht nach Donders diesem Zustande die „ganze Skala der Empfindungen, welche mässiges Licht „in uns erweckt.” Nog eens, ik erken in dat evenwicht geen psycho-physisch correlaat, hoegenaamd: ik postuleer het alleen, om een helderheid, welke dan ook, onveranderd te doen voortduren.

Is het misverstand aan mij te wijten? Ik kan het niet inzien. Mijne verklaring moge wat kort en bondig zijn, bij gezette lezing is zij wel te verstaan en laat zeker geen tweërlei opvatting toe.

Maar, afgezien van alle misverstand, bestrijdt Hering ook het betoog op zich zelf, dat zekere graden van helderheid, onder den invloed van een constant matig licht, geruimen tijd onveranderd zouden aanhouden. Zoodanig beweren acht hij „mit den Thatsachen in offenbaren Widerspruch.” Mijne uitspraak berust op het ons allen bekend feit, dat men bij hetzelfde licht uren lang zijne werkzaamheden kan voortzetten, zonder merkbare vermindering der gezichtsscherpte. Opzettelijke proeven, bij verschillende graden van lichtintensiteit, onder eenvoudige voorwaarden genomen, rechtvaardigden die uit-

spraak. Lezen, bij een te zwak licht, vermoeit, maakt afkeerig van de daarbij gevorderde inspanning; — te sterk licht verblindt en stompt ten slotte af; maar binnen vrij wijde grenzen blijft bij hetzelfde licht de gezichtsscherpte stationair. Dáárin ligt opgesloten, dat ook de helderheid, waarvan die gezichtsscherpte afhangt, niet verandert. De feiten, waarop Hering zijne tegenspraak grondt, behooren tot het gebied der „Ermüdungs- und Nachbilder-Erscheinungen.” Nabeelden van twee witte velden op een donkeren grond verraden, zooals Hering ons herinnert, elk verschil in helderheid der velden zelve. Dit feit nu zou in strijd zijn met mijne voorstelling. „Wenn sich bei Betrachtung der beiden weissen Felder an den beiden betroffenen Stellen des Sehorganes überhaupt nichts ändert, so kann auch eine zurückbleibende Verschiedenheit der beiden Stellen nicht angenommen werden.” Ik heb waarlijk niet beweerd, dat twee plaatsen, die aan licht van verschillende intensiteit zijn blootgesteld, aan elkander gelijk blijven. Integendeel op iedere verandering van het invallende licht volgt verandering van het netvlies, die tot de adaptatie leidt, waarmede nu verbruik en vorming van moleculen in evenwicht zijn en de helderheid onveranderd blijft voortbestaan. Die verandering geldt alreeds voor gelijkmatige verlichting van het netvlies, maar komt bij locale verschillen, onder den invloed van contrast, nog sterker uit, en moet zich in de nabeelden hier duidelijk openbaren. Om zich den gang der processen goed voor te stellen, denke men ze in staat van wording. Het gezichtsveld zij een gelijkmatig grijs vlak, en het oog fixeere een bepaald punt. Na korten tijd zijn vorming en verbruik in evenwicht. Nu worden op het grijze vlak twee wittere velden gebracht. Op de daaraan beantwoordende plaatsen stijgt



dan de dissociatie, en daarmee de helderheid, maar begint spoedig weer af te nemen, omdat de vorming, alhoewel verhoogd, (ik denk mij daarbij uitzetting der bloedvaten, als in andere weefsels bij prikkeling werd geconstateerd) daarmee geen gelijken tred houdt, om — stationair te worden, zoodra verbruik en vorming in evenwicht zijn. En bij dat evenwicht zijn deze beide levendiger dan op het grijze veld, de sensatie dus ook nog sterker, terwijl intusschen het aantal te gelijk voorhanden moleculen werd verminderd. Die vermindering nu, waarmee ook nog reductie van de gevoeligheid der overgeblevene moleculen gepaard gaat, moet zich, op een gelijkmatig vlak, in de nabeelden, lokaal als geringere helderheid openbaren, het sterkst natuurlijk op de plaats van het helderste veld. Maar bij matige intensiteit zijn weinige sekunden voldoende, om de nabeelden te doen verdwijnen, wjl de nog voortdurende sterke vorming het terstond beperkte verbruik ver overtreft en het weldra tot het normale doet stijgen. De invloed van afwisselend openen en sluiten der oogen verraadt op merkwaardige, maar ligt te verklaren wijze, dat er in deze phase aan het evenwicht van wording en verbruik nog iets ontbreken kan.

Zóó adapteerden zich, bij het rusten van den blik op een bepaald punt, de respective deelen der netvliezen naar de lichtsterkten der witte velden en ontwikkelde zich op beide het bedoeldé evenwicht, waarna de helderheden van beide, en dus ook hun onderling verschil, gelijk bleef, en met corresponderend verschil zich in de nabeelden afspiegelde.

Dat Hering zich kante tegen mijne voorstelling, bevreedt mij overigens niet. Nemen wij aan, dat bij een vrij groote lichtsterkte een helderheid voortbestaat, aanzienlijk grooter dan het „mittlere Grau”, en dus,



naar Herings theorie, aanzienlijk meer zou worden verbruikt dan gevormd, hoe spoedig moet dan de dissimileerbare stof — en dus ook de Dissimilierung zelve — tot een minimum gereduceerd zijn, waarmede die groote helderheid der sensatie dan toch niet meer te rijmen is? Mij dunkt, een paradox heft hier dreigend den vinger op.

Wat Hering mij ten opzichte der aan kleurlooze sensaties eigene psycho-physische processen toedicht, meen ik hiermede voldoende te hebben teruggewezen.

Ik ga over tot het tweede punt, waarin ik zou getracht hebben „die Gegenfarben-theorie abzuändern.” Het betreft „die den vier einfachen Farben correlaten „psycho-physischen Prozesse.”

Hoe stelt Hering zich die processen voor?

De kern zijner theorie ligt, zooals wij zagen, in de „Gegenfarben.” Wit en zwart, sensaties, naar zijne schatting, van gelijke digniteit — verbindt hij aan de zwart-witte stof, en wel wit aan hare Dissimilierung D, zwart aan hare Assimilierung A. Deze tegenstelling nu brengt hij over op de kleuren. In de rood-groene en in de blauw-gele substantie zou een der kleuren aan D, de andere aan A gebonden zijn. Maar verder drijft hij de analogie niet. In de zwart-witte substantie maken D en A, en hare respectieve sensaties, zich naast elkander geldend, en uit de vermenging van beide zouden alle overgangen geboren worden. Daarentegen worden in de beide andere substanties de processen D en A, en de respectieve kleuren rood en groen, geel en blauw, als ware antagonisten beschouwd, die zich vijandig tegenover elkander gedragen en zich wederkeerig uitsluiten. Waar voor beide de conditie in de lichtgolven gegeven is, komt van beide slechts diegene tot

haar recht, die het overwicht heeft, en in zoover als zij het overwicht heeft, en telt ook alleen dat overwicht mede bij hetgeen Hering het gewicht der sensatie noemt. — Hoe en waar de strijd tusschen D en A gestreden wordt, — daaromtrent bewaart Hering een diep stilzwijgen.

Tegenover deze voorstelling sta nu de mijne.

Het zij mij geoorloofd ze te herhalen in de oorspronkelijke termen, die evenmin als waar het de kleurlooze processen gold door overmatige lengte zondigen.

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

„cessen kunnen naast elkander bestaan. Wij zien daarvan  
 „het bewijs in de samengestelde kleuren, waarin wij  
 „twee enkelvoudige herkennen: geel kan zich én met  
 „groen én met rood verbinden; groen met geel en met  
 „blauw; blauw met groen en met rood, — te zamen  
 „vier combinatiën, door welker tusschenkomst de geza-  
 „menlijke kleuren een gesloten kring vormen. Die com-  
 „binaties berusten elk op twee vormen van partiëele  
 „dissociatie, die naast elkander in dezelfde moleculen  
 „voorkomen, omdat ze zich niet tot een totale dissociatie  
 „kunnen verbinden.”

Hering noemt deze mijne voorstelling „eine Abände-  
 „rung seiner Theorie.” Is zij er niet veeleer de volstandige  
 negatie van? — Geen „Gegenfarben”, die elkander opheffen,  
 maar complementaire, als van ouds, welker processen  
 tot het proces van wit samensmelten. Geen tegenstel-  
 ling der twee kleuren, in een en dezelfde stof respec-  
 tievelijk aan D en A verbonden, maar beide afhankelijk  
 van analoge vormen van partiëele splitsing derzelfde mo-  
 leculen. Zelfs niet geheel dezelfde kleurenparen (ofschoon  
 dit ook mijne voorstelling zou vereenvoudigen); want  
 nergens heb ik toegegeven, dat de enkelvoudige kleuren  
 van Lionardo da Vinci (rood en groen, geel en  
 blauw) zuiver complementair zijn.

Tegen deze mijne voorstelling nu is de kritiek van  
 Hering gericht, waarop ik heb te antwoorden.

Zijne eerste tegenwerping betreft het ontstaan van wit  
 uit twee complementaire kleuren. Na herinnerd te heb-  
 ben, dat, naar mijne voorstelling, de inwerking van een  
 bepaalde lichtsoort, b. v. van geel licht, een restmo-  
 lecule nalaat, die de sensatie der complementaire, d. i.  
 van blauw, kan ontwikkelen, gaat hij voort: „Aber ganz  
 „derselbe der Empfindung Blau correlate Dissociations-



„process, welcher sich bei der Einwirkung gelben Lichtes  
 „indirect und secundair entwickeln soll, kann, nach  
 „Donders, auch primär unter der Einwirkung blauen  
 „Lichtes entstehen. Bei dieser Art partieller Dissocia-  
 „tion eines Moleküls bleibt ebenfalls ein Restmolekül,  
 „dessen indirecte, secundaire Dissociation nun ganz das-  
 „selbe darstellt, was soeben als primäre, dem Gelb ent-  
 „sprechende partielle Dissociation erörtert wurde.”

„Wenn also die beiden Processe, welche einerseits  
 „der gelben, anderseits der blauen Empfindung correlat  
 „sind, gleichzeitig in der Sehsubstanz stattfinden, so  
 „sollen wir weder die eine noch die andere Empfindung  
 „haben, sondern Weiss empfinden. Wo bleibt bei dieser  
 „Auffassung die von Donders selbst betonte absolute  
 „Correspondenz des physischen und psychischen Elemen-  
 „tes? Weiss ist als Empfindung genommen doch ganz  
 „anderer Qualität als Gelb oder Blau.”

„Heb ik ergens gezegd, dat, bij coïncidentie van twee  
 „complementaire processen, deze zich zelfstandig naast  
 „elkander ontwikkelen? Brengt mijne voorstelling niet  
 „mede, dat bij die coïncidentie totale dissociatie te wachten  
 „is, en dat die versmelting der partiële noch „Summation”  
 „noch „Mischung” heeten mag? — Scherp heb ik on-  
 „derscheiden tusschen „Mischung” en „Verschmelzung.”  
 „Sommige partiële processen,” zoo schreef ik, „kunnen  
 „naast elkander bestaan. Wij zien daarvan het bewijs in  
 „de samengestelde kleuren, waarin wij twee enkelvoudige  
 „herkennen: geel kan zich én met groen én met rood  
 „verbinden, groen met geel en met blauw, blauw met  
 „groen en met rood, — te zamen vier combinatiën, door  
 „welker tusschenkomst de gezamenlijke kleuren een ge-  
 „sloten kring vormen, — allen combinatiën, bij welke  
 „nog een rest der moleculen overblijft, dat de complemen-

„taire kleuren vertegenwoordigt. Maar noch uit (complementair) groen en rood, noch uit geel en blauw kan zich „een samengestelde kleur vormen, juist omdat ze complementair zijn, en in hare versmelting dus totale dissociatie „ligt opgesloten.”

Elders heb ik nog scherper doen uitkomen, dat men in het algemeen niet van vermenging spreken kan, waar twee processen tot een derde samensmelten, *sui generis*, zooals ik er bijvoegde, en waar men dus, naar het beginsel der Psycho-physik ook een sensatie *sui generis* moet verwachten. „Was dem Gelb und Roth „recht ist,” zegt Hering „wäre doch auch dem (complementären) Gelb und Blau billig gewesen.” In geen deele! Zijn er dan geen scheikundige processen, die zelfstandig naast elkander verlopen, en andere, waarbij de atomen der twee processen op elkander ingrijpen en een resultaat leveren, geheel afwijkende van de som der beide, ieder op zich zelf.

Elders erkent Hering <sup>1)</sup>, met zooveel woorden, dat voorshands niet begrijpelijk is, waarom twee zijner antagonististen (zegge, complementairen) niet tegelijk kunnen worden gezien. Hij heeft wel recht zich daarover te verwonderen. Zijne Gegenfarben staan tot elkander als Dissimilierung en Assimilierung, dat is als wit en zwart. Wit en zwart nu combineeren zich tot het neutrale „Grau”, waarin, zoo leert Hering, beiden te zien zijn. Waarom dan niet én rood en groen, én geel en blauw? Zij staan toch, zoo goed als wit en zwart, tot elkander als D: A, en wel in een analoge, of, wat Hering nog waarschijnlijker acht, in een en dezelfde substantie. Hij moet er zich te meer over verwonderen,

1) Zur Lehre vom Lichtsinne. S. 109.

omdat, naar zijn voorstelling, rood en groen, geel en blauw, in genoegzaam alle processen bestendig voorkomen, maar alleen onder de Schwelle blijven. Mijne voorstelling der partiëele dissociaties, naast de totale, heeft naar de oplossing niet te zoeken: de processen der complementaire kleuren gaan op in de totale en geven zodoende hun zelfstandig bestaan prijs.

Ter zelfder plaatse verklaart Hering: „die rothe „Empfindung zeigt zur grünen soviel und so wenig einen „Gegensatz wie zur Gelben.“ Ik kan, het zij in het voorbijgaan gezegd, dit niet toegeven. Rood staat, als sensatie, veel dichter bij geel dan bij groen, blauw veel dichter bij groen dan bij geel, en de sensaties der complementairen verschillen onderling het meest. Het blijkt uit den duur en de kracht van inwerking, die gevorderd worden, om ze met zekerheid van elkander te onderscheiden. Niets is gemakkelijker dan zich van het hier bedoelde verschil proefondervindelijk te overtuigen. Voor den oorsprong der kleuren van het normale stelsel uit de warme en koele der kleurblinden, is dit niet van gewicht ontbloot.

„Ein zweiter theoretischer Einwand: ein neben ein- „ander bestehen zweier nicht complementärer partieller „Dissociationen in denselben Molekulen ist undenkbar.“ Aldus betoogt Hering.

Op den voorgrond stelde ik: in dezelfde stof, in denzelfden vorm (dezelfde cel). Dat de zich combineerende processen ook in dezelfde moleculen zouden afloopen heb ik niet uitdrukkelijk gezegd. Te lezen staat er:

„Die combinaties (geel en rood, enz.) berusten elk „op twee vormen van partiëele dissociatie, die naast „elkander in *dezelfde moleculen* voorkomen, omdat ze zich „niet tot een totale dissociatie kunnen verbinden.“ Men ziet,



de phrase is niet correct. „Omdat” kan niet slaan op „dezelfde moleculen”. Deze woorden werden ingelascht, om met dezelfde zinsnede uit te drukken, dat, ook in dezelfde moleculen gedacht, de twee vormen zich niet tot een totale dissociatie zouden verbinden. Het streven naar beknoptheid heeft mij hier parten gespeeld. Overigens geldt het hier een vraag, die op mijn voorstelling der splitsing, als psycho-physisch correlaat der sensaties, geen invloed heeft hoegenaamd. *In dezelfde stof, in dezelfde cel, en, in die stof, de moleculen in verschillende fasen van dissociatie*, — daarmede is aan alle eischen voldaan. Trouwens bij een complicatie, als ik meen aan de levende moleculen, met hare polymerieën, te moeten toekennen, is het bestaan van twee niet complementaire partiële splitsingen in dezelfde molecule niet uitgesloten.

Ik antwoordde op deze tweede bedenking van Hering iets uitvoeriger, omdat ik niet kan toegeven, dat „das „Ganze — Moleküle und ihre Dissociationen — wohl „nur eine Art Gleichniss sein soll, und als solches keinen Anspruch auf strengere Durchführbarkeit erhebt.”

In mijn oog ligt in die voorstelling iets zeer reëels. Splitsing van moleculen, zoover ze gaan kan, moeten wij ons verbonden denken aan de sensatie van wit, als het resultaat zijnde van de inwerking der gezamenlijke zonnestrallen. En, wat de kleuren aangaat, treft ons bovenal de secundaire kleur van het nabeeld, die, in vereeniging met de primaire, wit vormt, — dat is de complete sensatie. Kan men zich nu een andere voorstelling maken, als die van twee partiële, die, waar ze samentreffen, haar zelfstandig bestaan prijs gevende, opgaan in de totale? Inderdaad is die voorstelling zoo bevredigend, dat ze geene andere naast zich schijnt te dulden. Wij hebben te meer recht er aan vast te hou-

den, omdat de onderstelling door onderzoek kan worden getoetst en gepreciseerd. Heeft de ontdekking van het staaffjes-rood niet aan de sanguinische verwachting beantwoord, waarmede zij werd ontvangen, de weg, om de photo-chemische processen in het netvlies, onder den invloed van verschillende golflengten, op het spoor te komen, is aangewezen, en ik wil hier alle gronden niet te berde brengen, die voor analoge processen in de centrale organen pleiten.

Wanneer Hering hier verder in zijn betoog op de analogie wijst mijner grondgedachte met die der kleurtheorie van Schopenhauer, zoo ben ik alleszins bereid die te erkennen. Wel was de dissociatie der moleculen het uitgangspunt mijner beschouwingen; doch het is zeer wel mogelijk, dat de voorstelling van Schopenhauer mij daarbij ook heeft voor den geest gezwefd. Zoo schreef Henle <sup>1)</sup>, aan wien ik meer verschuldigd ben dan aan eenig ander mijner Leermeesters, ook reeds in 1840: „Die Erschöpfung nach der Einwirkung exciterender Reize ist nicht absolut sondern nur Erschöpfung in der Form, in welcher der Sinn reagirt hat. Für Reize anderer Art ist der Sinn nicht nur nicht abgestumpft, sondern sogar empfänglicher, er empfindet sie lebhafter, wenn sie von aussen geboten werden, und erzeugt sie in der Ruhe spontan. Es giebt in jedem Sinn solche einander entgegengesetzte contrastirende Anschauungen. Im Auge sind sie Licht und Dunkel, Roth und Grün und die übrigen je zwei complementären Farben.” Aan die woorden verbond ik onmiddellijk een chemische hypothese, die mij, sedert ik ze las (in 1842), niet verlaten heeft, en die nu een meer bepaalden vorm aannam.

1) Allgemeine Anatomie. S. 736.

Hering deelt ons mede, dat hij de grondgedachte van Schopenhauer, reeds vóór het publiceeren zijner mededeelingen over den lichtzin, zorgvuldig had overwogen, maar onbruikbaar bevonden. Wat hem vooral genoopt had, ze onvoorwaardelijk ter zijde te stellen, zijn de „sogenannte „Ermüdungserscheinungen, welche mit demselben ganz „unverträglich sind. Denn nach dieser Auffassung,“ zoo „betoogt hij, „musste das Sehorgan durch das Bestehen „einer farbigen Empfindung ganz ebenso stark für Weiss „ermüdet werden, wie durch das Bestehen der weissen „Empfindung. Nimmt man ein weisses Mischlicht  $m$  „und theilt dasselbe in zwei ungefähr gleich helle Theile, „so erhält man zwei farbige einander complementäre „Lichter  $\mu$  und  $\mu'$ . Nach der Annahme von Donders „müsste nun jedes dieser beiden Partiallichter für sich „allein die Netzhaut nahezu ebenso stark für Weiss „ermüden“ wie das volle Licht  $m$ . Denn bei der farbigen Empfindung, welche durch  $\mu$  und  $\mu'$  erzeugt wird, „würden ja doch, ceteris paribus, ebensoviel Moleküle „verbraucht, wie bei der weissen, welche durch  $\mu + \mu'$  „hervorgerufen wird, und zwar würden bei längeren „Bestehen der ersteren, infolge der spontan hinzutretenden complementären Dissociation, die Moleküle nicht „nur partiell, sondern zu einem grossen Theile auch „total verbraucht werden.“

Hoe kan Hering vergeten, dat elk der twee complementaire lichten  $\mu$  en  $\mu'$ , naast hunne respectieve kleursensatie, de kleurlooze medebrenge, hij, die meer dan iemand de sensatie van wit als zelfstandige, ook in de zuiverste, de meest gesatureerde kleuren overwegende sensatie aanneemt, als éénige bron zelfs van het uit de combinatie van gekleurde sensaties geboren wit? En had hij dit niet vergeten, hoe kon hij dan beweren, dat



$\mu$  en  $\mu'$ , ieder afzonderlijk, nagenoeg even sterk voor wit moeten vermoeien als het volle licht  $m$ ? Voor  $\mu$  en  $\mu'$ , ieder op zich zelf, is immers, wat de sensatie van wit betreft, slechts hun respectieve deel, laat ons zeggen de helft van  $m$ , in rekening te brengen. En wanneer nu de bijkomende kleursensatie in betrekking tot de kleurlooze zoo bijzonder zwak is, hoe zal haar effect dan in de vermoeyenis voor wit zoo sterk aan den dag komen? Waarlijk, indien zij daarin tekort schoot, behoefde dit voor Hering geen grond te zijn, om het denkbeeld van Schopenhauer „unbedingt zurückzuweisen.”

Doch er is meer. Hering stelt het voor, alsof de rest-moleculen noodzakelijk „zu einem grossen Theile,” of „auch total” verbruikt worden, — „dass sie *nur* noch die „complementäre farbige Empfindung erzeugen könnten.” Ik heb tot dergelijke opvatting geen recht gegeven. Aangenomen heb ik, dat de rest-moleculen de complementaire kleur-sensatie voortbrengen; maar het geursiveerde woord *nur* is van Hering afkomstig. Wel degelijk heb ik ondersteld, dat die zoogenoemde rest-moleculen voor een deel nog weder tot opbouw der totale kunnen strekken, en die onderstelling grondt zich, aan de ééne zijde, op de talrijke bewijzen van synthese in de levende weefsels, thans algemeen genoeg erkend, aan de andere zijde, op de zwakke ontwikkeling (wat duur en intensiteit betreft) der complementaire kleur in de nabeelden, vergeleken met de sensatie der induceerende.

Men ziet uit dit alles, hoe weinig grond er was voor de bewering: „Nach dieser Auffassung müsste das Sehorgan durch das Bestehen einer farbigen Empfindung ganz „ebenso stark für Weiss ermüdet werden, wie durch das „Bestehen der weissen Empfindung.”

„Ich bin erforderlichen Falls gern erbötig”, zoo besluit Hering zijn betoog, „die experimentellen Beweise für „die Unzulässigkeit seiner (d. i. mijner) Ansicht ausführlich „beizubringen, denke aber, das der blosser Hinweis auf „den hier vorliegenden Widerspruch genügen wird.”

Ik weet niet, of ik Hering mag uitnoodigen, zijn aanbod gestand te doen; maar gaarne geef ik de verzekering, dat ik al wat hij brengen zal nauwgezet zal overwegen en ter toetse brengen.

*C. Donders sucht die Vierfarbentheorie mit der Dreifarben-  
bentheorie von Young-Helmholtz zu combiniren.*

Zoo luidt het opschrift van het derde en laatste betoog van Hering.

In de inleiding zijner kritiek verklaarde hij te staan tegenover een poging, om de theorie van Young-Helmholtz met die der Gegenfarben samen te smelten. Hier, in bovenstaand opschrift, is het niet meer de Gegenfarben-theorie, maar de Vierfarben-theorie.

Het verschil is zeer wezenlijk. De vier kleuren van Da Vinci zijn het uitgangspunt van Hering's theorie; maar de theorie begint eerst, waar die kleuren zich tot twee paren verbinden en de kleuren van ieder paar tot antagonisten worden. En juist daartegen heb ik mij gekant. Daarmede liet zich dus geen bond sluiten.

Maar ook met een vierkleurentheorie had ik niet getracht de theorie van Young-Helmholtz samen te snoeren. Inderdaad is er bij mij geene sprake van de verbinding dezer theorie met een andere, welke dan ook. Ik deed enkel en alléén wat reeds Young gedaan had: ik onderzocht, uit welke combinaties der fundamenteele alle andere kleuren gevormd worden. „From three simple sensations” (*simple* noemt Young de enkelvoudige van het netvlies, die

Helmholtz de fundamenteele noemde) „from three „simple sensations” zegt Young, „with their combinations, we obtain seven primitive distinctions of colours; but the different proportions, in which they may be combined, afford a variety of tints beyond all calculation. The three simple sensations being red, green and violet, three binary combinations are *yellow*, consisting of red and green; *crimson*, of red and violet, and *blue*, of green and violet; and the seventh in order is white light, composed by all three united.” Wat ik deed verschilde hiervan slechts dáárdoor, dat ik de kleuren van Da Vinci wat meer op den voorgrond bracht. Dit geschiedde, omdat ik in die kleuren een homogeniteit erken, die ik in de overigen mis, en daarom mij gerechtigd achtte, daarvoor enkelvoudige processen te postuleeren. Hering noemt dat „ein Versuch die Dreifarben-theorie mit der Vierfarbentheorie zu vereinigen.” Toch deed ik niets anders als er op wijzen, hoe de enkelvoudige kleuren, voor zoover ze niet reeds fundamenteele zijn, uit de fundamenteele gevormd worden. Ik kan niet inzien, dat dit meer is dan een uitbreiding der theorie van Young: zeker is het geen samenkoppeling met een andere, het allerminst met die van Hering.

In de onderstelling evenwel, dat het een combinatie der beide theoriën zou mogen heeten, beweert Hering, dat die slechts denkbaar is, wanneer men, zooals ik zou gedaan hebben, de theorie van Young-Helmholtz „auf die blosse Annahme dreier Nervenfasern von verschiedener specifischer Energie einschränkt und den wesentlichsten Theil dieser Theorie verwirft.”

Over die drie zenuwvezelen nader. Maar wat verstaat Hering onder den „wesentlichsten Theil?” „Dieser”, zegt hij, „besteht darin, dass aus der Annahme



„von drei specifischen Energiën sämtliche Gesichtsempfindungen abzuleiten versucht wird. Für diese Theorie sind die drei specifischen Energiën, Roth, Grün und Violett, zugleich „drei Grundqualitäten der Empfindung,“ nicht bloss, wie bei Donders, drei an verschiedene Verbindungsfasern zwischen Auge und Hirn gebundene *physiologische Prozesse*, welche an sich die Empfindung noch gar nicht setzen, sondern erst durch ihre Einwirkung auf die „centrale Substanz“ die, den Empfindungen correlaten Prozesse hervorrufen.“ Die Theorie von Young-Helmholtz unterscheidet nicht besondere Prozesse in der Netzhaut und Opticusfasern von besonderen Processen in einer „centralen“ psychophysischen Substanz, sondern nach dieser Theorie, zoo heet het, „setzt jede Erregung einer Faserart im Gehirne angelangt direkt die entsprechende Empfindung.“

Die uitspraak ligt stellig bezijden de waarheid. Ik moet beginnen met op te merken, dat, ten opzichte van een gewichtig punt, waarop het hier bijzonder aankomt, Young en Helmholtz van elkander afwijken. Young zoekt het specifiek karakter in de zenuwvezelen zelve. Naar zijne voorstelling verschillen de processen, die in de drie soorten van zenuwvezelen de drie energieën vertegenwoordigen. Dat met die processen in de zenuwvezelen de corresponderende sensaties in de hersenen *direct* zouden gegeven zijn, zegt Young echter niet. Het sensorium is voor hem iets anders als de zenuwvezelen. De oorzaak der complementaire nabeelden, zegt Young <sup>1)</sup>, is waarschijnlijk dáárin te zoeken: „that the portion of the retina, or of the sensorium, that

1) Lectures. I. p. 455.

„is affected, has lost a part of its sensibility to the „light of that colour, with which it has been impressed, „and is more strongly affected by the other constituent „parts of the white light.” Zoodanig sensorium is, dunkt mij, niet zoo ver verwijderd van de „Sehsinnssubstanz” van Johannes Müller. En mocht men dit niet willen erkennen, het standpunt van Helmholtz, en dat is mij voldoende, is zeker niet twijfelachtig. Helmholtz <sup>1)</sup> loochent niet het specifieke van de processen der zenuwvezelen, noch de mogelijkheid, dat *aan dezelfde vezel de aan drie energieën beantwoordende processen verbonden zijn*. Integendeel, veeleer schijnt hij daartoe over te hellen. Maar hij houdt zich toch aan Young en verbindt de drie processen, resp. aan hunne drie vezelen, „wenn auch nur im Interesse der Darstellung”. Maar aan het specifieke der zenuwvezelen houdt Helmholtz daarbij niet vast. „Durch Young's Hypothese,” zegt hij, „wird es möglich die „einfachen Vorstellungen über den Mechanismus der Reizung und ihre Fortleitung, die wir uns zunächst durch „das Studium der Phaenomene an den motorischen Fasern „gebildet haben, direct auf den Sehnerven zu übertragen.” Onder welke voorwaarde maakt de theorie van Young dat mogelijk? Natuurlijk onder die alleen: dat de drie zenuwvezelen, welke voortplantingsprocessen worden ondersteld gelijk te zijn, in verband met de elementen, die ze in werking brengen, drie verschillende processen in de centrale deelen opwekken, geheel in overeenstemming met de leer der specifieke energieën, zooals ze in de physiologie gangbaar was geworden. „Young's Hypothese”, zegt dan ook Helmholtz „ist nur eine speciellere Durchführung des Gesetzes von den specifischen Sinnesenergieën.”

1) Physiologische Optik. S. 292.

Trouwens Hering gevoelt spoedig, dat hij te verging, toen hij beweerde, dat, naar de theorie van Young-Helmholtz „jede Erregung einer Faserart im Gehirn angelant direct die entsprechende Empfindung „setzt.“ Want later gaat hij voort: „Wenn man bei „dieser Theorie von einer psychophysischen Substanz „reden will, so ist es eben eine solche, welche nur dreier „verschiedener spezifischer Processe fähig ist, die sich „in den verschiedensten Verhältnissen combiniren können. „Daher giebt es auch nach dieser Theorie nur drei „einfache“ Empfindungen: Roth, Grün und Violett, alle übrigen „sind zusammengesetzte“ oder Mischempfindungen. „So und nicht anders hat alle Welt die Young-Helmholtz'sche Theorie verstanden und so hat Helmholtz „selbst sie dargestellt.“

Uit den gloed der uitdrukking spreekt een diepe overtuiging. En toch aarzel ik niet staande te houden, dat, waar van Mischung gesproken werd, niet de sensaties bedoeld werden, maar de processen, en dat de combinaties van deze, in vele gevallen processen *sui generis*, ondersteld werden de sensaties te bepalen.

Hering noemt het een paradoxon, dat in wit gelijktijdig rood en groen of geel en blauw zóó zouden gezien worden, als men in violet gelijktijdig rood en blauw herkent. Zouden Young en Helmholtz dat niet even paradox gevonden hebben? Bij de vermenging van kleuren dachten zij zeker in de eerste plaats aan het samenwerken van tweeërlei stralen, (Hering erkent dit), en stelden zich vervolgens de daarvan afhankelijke processen in meer of minder bepaalden vorm voor; maar stellig en zeker hebben zij niet de verbinding der sensaties, als zoodanig, aangenomen. Trouwens Hering heeft het vroeger (zur Lehre von Lichtsinne S. 71) zelf



gezegd: „Auch hat nicht jeder (en hij mag alvast Young en Helmholtz tot die uitzonderingen rekenen), „der das Weiss als eine gemischte Empfindung „bezeichnete, damit sagen wollen, *dass hier wirklich Empfindungen gemischt seien*, sondern nur, dass man, um die „Empfindung des Weissen zu erzeugen, Licht von verschie- „dener Wellenlänge mischen müsse. Diese aus der gleich- „zeitigen Einwirkung mehrerer Strahlenarten erzeugte „Empfindung kann sehr wohl *als eine einfache Resultante „mehrfacher physikalischer Ursachen* angesehen werden.”

Ik heb dus niet, wat Hering thans beweerde, het gewichtigste deel der theorie van Young-Helmholtz te verwerpen, ik heb slechts die theorie in het ware licht te plaatsen, ik zeg niet, om ze met een andere theorie te verbinden, maar om de enkelvoudige kleuren van Da Vinci er in op te nemen.

Voor de commentaires van sommige voorstanders der theorie, waarop (S. 21) door Hering wordt gewezen, is noch Young, noch Helmholtz verantwoordelijk.

De slotsom is en blijft, dat Hering's kritiek der drie-kleurentheorie uit het oogpunt der sensaties geen doel treft.

Of ze van de kleurenblindheid meer te duchten had, zal later blijken: ik handel daarover afzonderlijk.

Hier heb ik nog slechts te antwoorden op een paar bedenkingen, die de verhouding tusschen de fundamentele en de enkelvoudige kleuren betreffen. Ik had aangenomen, dat in het spectrale geel het fundamentele groen en rood in evenwicht zijn, wat zeggen wil, dat in dat geel noch groen noch rood te zien is. Zoo ontbraken ook in het spectrale blauw zoowel de sensatie van groen uit de groene als die van roode uit de violette energie. Uit geel en blauw nu zou wit ontstaan. Zal dat geschieden, zegt Hering, zoo „*muss die Erregung*

„*der Grünfasern nach Donders so gross sein wie die Summe der Erregungen der beiden andern Faserarten.*”  
 In de eerste plaats, evenwel, zeg ik niet, dat uit enkelvoudig geel en blauw wit zou ontstaan: ik meen nog altijd, dat daartoe oranjegeel en blauw of geel en indigo noodig zijn. Maar bovendien kan de vraag der Erregung, mijns inziens, hier geheel ter zijde blijven, waar alléén te onderzoeken is, in welke verhouding twee energieën op een bepaalde plaats van het spectrum werkzaam zijn.

Thomas Young zegt: „The blue produced by combining the whole of the green (*four parts*) and violet rays (*one part*) is not the blue of the spectrum, for four parts of green and one of violet make a blue differing very little from green; while *the blue of the spectrum appears to contain as much violet as green*; and it is for this reason that red and blue usually make a purple deriving its hue from the predominance of the violet.” Misschien zal Hering zich met deze bemerking reeds tevreden stellen. Overigens ligt op dergelijke vragen het antwoord in de tot gelijke areas teruggebrachte krommen der drie fundamenteele kleuren, waarbij elke kleur van het spectrum, behoudens de aangeduide fictie (zie bl. 4), zijn quantitative samenstelling in de ordinaten der samenstellende fundamenteele kleuren ziet aangewezen en die van geel en blauw niet gemist worden <sup>1)</sup>. Dit is de weg, daartoe door mij gevolgd.

De door Hering aan het genoemde bezwaar vastgeknoopte bewering, dat bij mijne onderstelling, „*das Weiss bei längerer Betrachtung mehr und mehr purpurfarben und auch sein negatives Nachbild auf weissem oder grünem*

1) Verg. Onderzoekingen. D. VII. bl. 95. Pl. 2.

„Grunde im wesentlichen purpurfarben erscheinen müsste”, behoef ik wel niet afzonderlijk te weerleggen.

Een tweede bezwaar formuleert Hering aldus: „Nach den von Donders gemachten Annahmen würden sich „ferner ganz andere Sättigungsverhältnisse der Spectralfarben ergeben als nach der bisherigen Dreifarben Theorie.” Bij name zouden de tusschen het spectrale rood en groen gelegen kleuren van het spectrum „sehr weisslich” moeten zijn. Deze bewering berust op de onderstelling, dat ik het enkelvoudige rood en groen én als fundamenteele én als complementaire kleuren erken. En daar noch het een, noch het ander het geval is, zoo vervalt de conclusie. Overigens is de geringe verzaadiging van het uit de fundamenteele roode en groene energieën te verkrijgen geel, een wezenlijk, wanneer ook niet onoverkomelijk bezwaar tegen de theorie van Young. Wellicht zal ik mij aan het einde dezer beschouwingen hieromtrent nog nader verklaren.

Ten slotte wijst Hering op de wijziging, die ik mij veroorloofde te brengen in de theorie van Young en Helmholtz.

Het betreft den oorsprong van wit. Wij vinden, dat, na adaptatie aan het duister, kleine hoeveelheden homogeen licht kleurloos zijn, en ik schrijf dit niet enkel daaraan toe, dat in het uitgeruste netvlies ieder licht de drie processen zou voortbrengen, maar evenzeer aan de totale dissociatie in het centrum, als gevolg van elk der peripherische energieën. Ook het verbleeken van het homogene licht bij groote intensiteit van den prikkel verklaart zich, naar mijne opvatting der partiëele en totale dissociatie, het eenvoudigst uit de totale dissociatie, zonder de gewone evenredigheid der peripherische fundamenteele processen daaraan verbonden.



De gewone verklaring, die het bijkomende wit uit de stijging der drie fundamenteele *processen in het netvlies* affeidt, is in mijn oog niet voldoende. Hering brengt tegen mijne verklaringswijze dan ook geen bedenking in het midden. „Dies alles,” zegt hij slechts, „sind, wie „man sieht, ganz fundamentale Abweichungen von der „Helmholtz'schen Theorie.” Wat zal ik daarop antwoorden? — De uitkomsten mijner proeven met homogeen licht van verschillende intensiteit, na adaptatie in het duister, deelde ik reeds voorloopig mede: de uitvoerige beschrijving zal niet lang meer op zich laten wachten.

#### IV. Kritiek der theorie van Hering.

De sensaties, zooals zij zich aan ons bewustzijn openbaren, zijn uitgangspunt en grondslag tevens der licht- en kleurentheorie van Hering.

Zij zijn voor hem de psychische openbaring der in de „Sehsubstanz” werkzame stofwisseling, waarvan zij het gevoeligst reagens zijn, en beheerschen zodoende de geheele theorie.

Hering onderscheidt, zoo als wij zagen, met Leonardo da Vinci, zes enkelvoudige sensaties, die hij tot drie paren terugbrengt, wit en zwart, rood en groen, geel en blauw.

Het eerst wendt hij zich tot de sensaties van wit en zwart. Niet tevreden met de zelfstandigheid, die algemeen aan zwart wordt toegekend, stelt hij beide, zwart en wit, trots verschil in oorsprong, op gelijke lijn, en schrijft aan beide gelijk positief karakter toe. Zodoende beschouwt hij de overgangen van zwart tot wit — de grijze tonen der wit-zwarte reeks — als ware mengsels dier

beide sensaties, gelijk staande met de mengsels van twee (niet complementaire) kleuren, b. v. van groen en geel <sup>1)</sup>. Waar zwart en wit zich vermengen, kan, zegt hij, van intensiteit geen sprake zijn, tenzij men een tweeledigen maatstaf daarvoor aanlegge, één voor wit of helder, één voor zwart of donker. Hierbij stijgt dan zwart met het dalen van wit, en omgekeerd, en is voor de helderheid der tonen geen andere uitdrukking mogelijk als de verhouding der sensaties wit en zwart,  $W : Z$ . Hering nu verbindt, zooals wij weten, de sensatie van wit aan Dissimilierung  $D$ , die van zwart aan Assimilierung  $A$ . Bij gevolg is de helderheid  $W : Z$  insgelijks  $D : A$ .

Natuurlijk kunnen bij iedere verhouding de Dissimilierung en de Assimilierung zwak en sterk zijn. Maar die absolute grootten komen niet in aanmerking. Hering's conclusie luidt: „dass die Art (Helligkeit oder Dunkelheit) einer „farblosen Gesichtsempfindung bestimmt ist durch das „Verhältniss in welchem die Intensität oder Grösse der „Dissimilierung der Sehsubstanz zur Intensität oder Grösse „ihrer gleichzeitigen Assimilierung steht”, d. w. z. dat de helderheid der overgangstonen tusschen wit en zwart uitsluitend afhankelijk is van de verhouding tusschen  $D$  en  $A$ , volstrekt onafhankelijk van de absolute grootten van  $D$  en  $A$ .

Die stelling telt Hering onder zijne Folgesätze (§ 28): zij is inderdaad eene onvermijdelijke consequentie van het daaraan voorafgaande. Maar is ze niet in onverzoenlijken strijd met de *conditio sine quâ non* van alle Psycho-physik: de absolute correspondentie der psychische en physische processen? Wel is waar, neemt Hering (S. 77) de daartoe betrekkelijke stellingen van Mach slechts aan — onder

---

1) Zur Lehre vom Lichtsinne. S. 54.

voorbehoud: „Wenn ich davon absehe“, zegt hij „dass hier-  
 „bei keine Rücksicht darauf genommen ist, dass psycho-  
 „physische Prozesse von sehr verschiedener Grösse die-  
 „selbe Empfindung geben können, weil es überall nicht  
 „auf absolute Grösse dieser Prozesse, sondern lediglich  
 „auf ihr gegenseitiges Verhältniss ankommt, so kann  
 „ich diesen Worten Mach's vollständig beipflichten.”  
 Maar ik kan niet anders als onderstellen, dat dat voorbe-  
 houd dienen moest, om de consequentie te redden, waartoe  
 de analyse der sensaties hem voeren zou. A priori toch  
 kon het, dunkt mij, niemand invallen, dat het quan-  
 titatieve der processen, 't welk zich overal doet gelden,  
 zich niet zou openbaren in de sensaties.

En is de „Folgesatz” in strijd met het hoofdbeginsel  
 der Psycho-physik, hij wordt ook door de ervaring ge-  
 logenstraff. Bij een helderen dag kan het oog uren lang  
 onderworpen zijn aan eene sensatie, die het gemiddelde  
 grijs, de sensatie, waarbij  $A = D$ , in helderheid verre  
 overtreft, — aan een sensatie dus, waarbij, naar de  
 voorstelling van Hering, A ver voor D zou onderdoen.  
 Kan zijne theorie dat gedoogen? Groot is de voorraad  
 der voor Dissimilierung vatbare moleculen zeker niet.  
 Nergens is hij, blijkens bekende proeven, sneller uitgeput  
 dan in de centrale grijze stof. Uitputting is dus spoedig te  
 wachten, waar  $D > A$ . En waar zij niet volgt, waar  
 integendeel de helderheid zich handhaaft, uren lang,  
 daar moet  $A = D$  zijn, — en zijn beide des te leven-  
 diger, hoe grooter de helderheid (verg. bl. 22—25).

Is de „Folgesatz” noodzakelijk en wordt hij veroor-  
 deeld door theorie en ervaring, dan moet er een fout  
 schuilen in de praemissen.

Beschouwen wij die van naderbij.

Het uitgaan van een analyse der sensaties acht ik



volkomen gerechtvaardigd. De onderstelling ook, dat iedere sensatie aan een bepaald proces en ieder proces aan een bepaalde sensatie beantwoordt, neem ik gaaf aan, als een postulaat der psycho-physik. Ik meen verder, zooals Hering, zwart en wit en de vier enkelvoudige kleuren van Da Vinci als homogene sensaties te moeten onderscheiden. Mijn twijfel wordt eerst gewekt, waar Hering de sensatie van zwart, trots verschil in oorsprong, op ééne lijn stelt met die van wit. Aan het hoofd van § 23 schrijft hij: „Die Empfindung des eigentlichen „Schwarz entsteht wie die des Weiss unter dem Einflusse „des objectiven Lichtes;” maar in den tekst laat hij daarop volgen: „nur mit dem Unterschiede, dass sich die „weisse Empfindung unter dem directen, die schwarze „aber unter dem indirecten Einflusse des Lichtreizes „entwickelt, nämlich durch den sogenannten simultanen „oder successiven Contrast.” Dat onderscheid is zeer wezenlijk. Positief, als direct gevolg van den lichtprikkel, ontstaat wit; zwart, daarentegen, Hering erkent het zelf, eerst door contrast, dat wil zeggen, — niet omdat zwart door wit of helle kleuren gewekt wordt, maar omdat het zwakke wit naast het sterke wit wordt onderdrukt (simultaan contrast) en nà het sterke wit de labile moleculen ontbreken (successief).

Dat zwart, hetgeen overblijft, waar ieder andere sensatie is uitgedoofd, is in zijnen oorsprong en in zijn wezen dan ook een *sensatio sui generis*, tegengesteld niet alleen aan wit, maar ook aan kleur, tegengesteld aan al wat helder is, de negatie dus van helderheid, „la privazione”, zooals Lionardo da Vinci l. c p. 70 het noemt, in tegenstelling met „il generatore,” d. i. het wit, waarin ook de generatie der kleuren ligt opgesloten. Inderdaad erkennen wij in rood en geel, in groen

en blauw iets gemeenschappelijks: ze zijn als variëteiten van een en dezelfde type, de sensatie van kleur, en staan als zoodanig niet naast zwart, maar, met het kleurlooze wit, tegenover zwart, dat, in zekeren zin, voor alle sensaties den achtergrond vormt. Daarom kan men niet spreken van mengsels van wit en zwart, als analoog aan die van gelijksoortige sensaties, bijv. groen en geel. Dit alles wordt miskend, wanneer Hering van mengsels spreekt van zwart en wit en ze vergelijkt met die van twee reine kleuren. Het verschil spreekt uit de sensaties zelve direct ook duidelijk genoeg. Van zwart tot aan een Mittelgrau zou men zich nog kunnen voorstellen, een mengsel van wit en zwart te zien; maar bij toenemende helderheid wijkt al spoedig de sensatie van zwart en verdwijnt volkomen, lang vóór de hoogere graden van helderheid zijn bereikt. En treden in geel kleine sporen van groen en, omgekeerd, in groen dergelijke van geel niet terstond kenmerkend te voorschijn?

Mijn twijfel stijgt, wanneer Hering nu verder de sensaties van wit en zwart met Dissimilierung en Assimilierung in verband brengt. A wordt ingevoerd als tegengesteld aan D. Mag zij als zoodanig gelden? Streng genomen, zeker niet; want de splitsing strekt zich veel verder uit dan tot de moleculen, waarmede de opbouw in de weefsels begint, en de meesten harer producten gaan voor dien opbouw zeker verloren. Doch, afgezien hiervan, is het een principiële vraag, of men wel recht heeft, Assimilierung als psycho-physisch proces op te vatten. Hering verklaart volstrekt niet in te zien, waarom van de twee chemische processen der Sehsubstanz slechts de ééne psycho-physische beteekenis hebben zou, de andere niet. A priori schijnt het hem plausibel, „beiden Arten des „chemischen Processes gleich grossen Werth für die



„Empfindung zuzuschreiben;” en hij noemt die Hypothese „von vorn herein angemessen”, omdat zij „nicht nur den „Thatsachen der Empfindung, sondern auch den Anforderungen der allgemeinen Physiologie genügt.” Wij hebben reeds gezien, dat op die overeenstemming met „den „Thatsachen der Empfindung” wel iets valt af te dingen. En wat de eischen der algemeene Physiologie betreft: overal, zoover onze kennis reikt, is de vorming van levende moleculen enkel voorwaarde voor omzetting, nergens prikkel (Henle) noch directe bron van levensverschijnselen. Het leven der weefsels kenmerkt zich door transformatie der vormen van arbeidsvermogen. Bij de Dissimilierung maakt de potentiëele energie, in het chemisch arbeidsvermogen weggelegd, plaats voor de verschillende vormen van actueele energie, waarin het leven zich openbaart. Omgekeerd komt bij de Assimilierung potentiëele energie tot stand, noodzakelijk uit zekere vormen der actueele. Aan de psychische verschijnselen, die een bijzondere categorie vormen, welker natuur geheel in het duister ligt, aan de sensaties dus, kunnen wij daarbij geen directe rol toeschrijven. Wij kunnen ze ons noch onder beweging, noch onder voorwaarde van beweging voorstellen, en dus niet als aequivalent opnemen in de transformatie van energieën. Maar zooveel is zeker, dat ze zich openbaren, — als associatie, indien men wil, — waar, in zekere levende stoffen, de potentiëele energie in de vormen der actueele wordt omgezet, en in onze voorstelling strookt dat verband met het actueele karakter der psychische verschijnselen zelve. En juist daarom maken wij bezwaar, ze met een proces in verband te brengen, waarbij omgekeerd de actueele energie als potentiëel chemisch arbeidsvermogen wordt vastgelegd. Er is veel meer noodig dan een eenvoudige verklaring van Hering,



om onze intuïtie te dien aanzien aan het wankelen te brengen.

Hering kwam tot zijne voorstellingen, door, enkel vasthoudende aan de sensaties, zonder te letten op haren oorsprong, zwart en wit op gelijke lijn te stellen en tegen-gestelde processen van gelijke digniteit te zoeken voor beiden. Hij beweert, dat, terwijl men zwart als een sensatie beschouwde, men toch altijd in gebreke bleef naar haren psycho-physischen grond te vragen: „die Empfingung des Dunklen oder Schwarzen,” zegt hij „wurde „in Betreff ihres physiologischen oder psychophysischen „Correlates ganz vernachlässigt.” Maar zou men niet stil-zwijgend hebben ondersteld, dat zij met het bestaan alleen der specifieke levende moleculen gegeven is, en in de beweging der atomen-groepen en atomen van deze, zonder dissociatie, haar correlaat vindt? Inderdaad schijnt mij hiermede een levensvorm aangewezen, die aan de eigenaardige stelling van zwart in de rei der sensaties bij uitstek voldoet. Zwart treedt daarbij op in zijn eigenaardig karakter, als tegenstelling niet alleen van wit, maar van iedere kleursensatie. Zijn ontstaan buiten den directen invloed van uitwendige prikkels strookt er volkomen mede. En terwijl ook buiten dien invloed D niet geheel ontbreekt, ontwikkelt zwart zich eerst volkomen door contrast met het heldere wit, dat, op D gegrond, in de aangrenzende deelen D geheel tot zwijgen brengt. Begrijpelijk is het daarbij ook, dat bij snelle Dissimilierung, waarbij vele moleculen verbruikt en gevormd worden, maar weinig te gelijk aanwezig zijn, de sensatie van zwart bij die van wit geheel wegvalt. Ook in andere weefsels is het de aanwezigheid der specifieke moleculen, niet hare wording, die den meer passieven toestand van het leven, in zekeren zin het latente leven, vertegenwoordigt, en de vorming

dier moleculen heeft slechts in zóóverre beteekenis, als ze door gestadige aanvulling der verbruikte de voorwaarde voor dissociatie bestendigt.

Bij deze voorstelling vermijden wij de Assimilirung als psycho-physisch proces, waartoe zij zich, met haar vastleggen van chemisch arbeidsvermogen, naar mijn inzicht, niet qualificeert, en brengen wij de absolute intensiteiten der splitsings-processen gelukkig weder tot haar recht. Inderdaad, ik geloof niet, dat de hier gegeven voorstelling op wezenlijke bezwaren stuit.

Tot bovenstaande beschouwingen werden wij geleid bij een terugblik op de praemissen, waartoe wij ons door den „Folgesatz”, die de intensiteit der sensaties van  $D:A$  afhankelijk maakt, genoopt zagen. Hoe weinig de praemissen, hoe weinig ook de gevolgtrekking den toets der kritiek konden doorstaan, moge daaruit gebleken zijn.

Intusschen Hering is voor die consequentie niet teruggedeinsd. Integendeel, hij past ze verder toe. Zijne kleurentheorie is op denzelfden leest geschoeid. Hij begint met de vier enkelvoudige kleuren tot twee paren terug te brengen: rood en groen, geel en blauw, en neemt voor de twee kleuren van ieder paar een gelijken oorsprong aan als voor wit en zwart, nl. A en D der rood-groene, resp. der geel-blauwe stof. Zoo nemen  $\grave{e}n$  rood en groen  $\grave{e}n$  geel en blauw plaats naast wit en zwart, met geheel analoge psycho-physische processen.

Daarbij klinkt het meer dan vreemd, dat de kleuren van hetzelfde paar zich op geheel andere wijze tot elkander verhouden als wit en zwart. Wit en zwart laat Hering mengsels vormen, waardoor de ontelbare grijze tonen tusschen het ideale wit en zwart tot stand komen. Rood en groen daarentegen heffen elkander op, zijn



Gegenfarben, die elkanders bestaan op dezelfde plaats niet dulden.

Is, bij gelijke betrekking der psycho-physische processen, zoodanig cardinaal verschil denkbaar? Mijns inziens is er meer niet noodig, om de theorie der Gegenfarben te laten varen. Hering ontveinst zich de moeielijkheid niet. Gelukt het hem ze uit den weg te ruimen? „Es muss irgendwo,” zegt hij „in der Natur unseres Sehorgans begründet sein, dass das Vorhandensein einer deutlich rothen „Empfindung die deutlich grüne an derselben Stelle ausschliesst, das Vorhandensein der blauen die gelbe und „umgekehrt.” Zeker bestaat daarvoor een grond, en wel in de versmelting der partiëele processen, waarop ze berusten. Maar uit dien grond vloeit juist voort, dat kleurenparen in andere betrekking tot elkander staan als zwart en wit. En zal het iemand bevredigen, wanneer Hering, de argumentatie omkeerende, ons verzekert, dat ook wit en zwart in *niets* zouden opgaan, „enthielt das gemischte Sonnenlicht auch Strahlen, welche assimilirend „auf die Schwarz-weiße Substanz wirken, könnten diese „Strahlen bis zur Netzhaut gelangen und wäre ihre assimilirende Wirkung ebenso stark wie die dissimilirende „der wirklichen Sonnenstrahlen?” Beantwoordt het neutrale grijs, naar Herings voorstelling, dan niet reeds aan het evenwicht van D en A? Duidelijker kon overigens onze Schrijver de tegenstrijdigheid, die er gelegen is in de gelijkstelling der verhouding tusschen wit en zwart met die tusschen de beide kleuren van ieder kleurenpaar, wel niet doen uitkomen, dan door de mengsels van wit en zwart te vergelijken — niet met die van twee Gegenfarben, maar — met die van twee bevriende kleuren, groen en geel.

Boven heb ik mijne bezwaren doen kennen tegen Herings' lichttheorie, waarbij wit en zwart aan D en A ver-



bonden werden. Bij de toepassing der hypothese op de kleurenpaaren voegen zich daarbij nog anderen. Al dadelijk treden de sensaties zelve daartegen in het krijt. Zooals ik boven reeds betoogde, hebben alle kleur-sensaties onderling iets gemeen, spreken allen tot ons als varieteiten der sensatie van kleur, tegenovergesteld aan die van het kleurlooze. Verbiedt niet dat analoge in de kleur-sensaties, ze, twee aan twee, met processen van absoluut tegenovergestelde natuur, met D en A, in verband te brengen? Zóó weinig verschilt het karakter der twee kleuren van hetzelfde paar, dat Hering het in het midden laat, welke van beiden aan A, welke aan D zou gebonden zijn. En pleit ook beider ontstaan onder den directen invloed der lichtgolven niet voor de gelijkheid harer natuur?

Hoe eindelijk te verklaren, dat de beide sensaties zich niet te gelijk doen gelden, wanneer ze van D en A afhangen, die tegelijk aanwezig zijn? Boven zagen we reeds, dat Hering zelf er meê verlegen is. Doch aangenomen, dat de kleuren van hetzelfde paar aan D en A beantwoorden, hoe zal men zich dan de wederzijdsche opheffing denken? Hering laat dit „dahingestellt”. Van de natuur der sensaties, als zuiver psychische verschijnselen, weten we letterlijk niets, en niets zou ons dus kunnen beletten, in het afgetrokkene aan te nemen, dat ze elkander vernietigen. Men zou dan kunnen volstaan, met zich daarbij, als bij een mysterie, geloovig neêr te leggen. Maar sensaties bestaan niet in het afgetrokkene. Zij worden gedragen door zekere psycho-physische processen, zonder welke ze niet zijn en niet bestabaar zijn, en met die processen hebben wij te rekenen.

De vraag doet zich dus voor, hoe men zich de effecten der twee soorten van lichtgolven, die naar Hering tot

Gegenfarben leiden, zou te denken hebben, allereerst in het netvlies. Onder den invloed der voeding, in het duister, ontwikkelt zich hier een zichtbaar teeken van Assimilierung, in de vorming van het staafjesrood. Valt daarop nu licht in het oog, zoo volgt Dissimilierung: het staafjesrood wordt ontleed, de kleur verdwijnt. En dit geschiedt uitsluitend door licht, niet door andere prikkels, maar ook door alle licht, wanneer ook niet even snel en niet op gelijke wijze (Kühne). Van eene assimileerende werking, onder den invloed van licht, van welke golfengte ook, blijkt niets. Zoo staan D en A tegenover elkander, als effecten van licht en duisternis. Is het staafjesrood verdwenen, dan gaan, met zekere wijziging, de sensaties voort, zooals wij ze kennen als de normale. Wij mogen onderstellen, dat onder den invloed der voeding, hier ook nog dezelfde stof gevormd wordt, maar gaandeweg ontleed, misschien reeds vóór de synthese der moleculen volkomen is. Hoe men zich nu de werking van het staafjesrood denke, hetzij men met Kühne zijn ontledingsproducten als prikkels laat werken op de percipiërende elementen, of met Bernstein in het ontledingsproces zelf den aanstoot zoeken, of wel de kleurstof als een chemische sensibilisator beschouwen, voor de peripherische elementen, die zij drenkt, werkzaam alvast in het half duister en in betrekking vooral tot de meer breekbare stralen, — altijd leidt ze, in den zin van Hering, tot een proces van Dissimilierung, van welks bestaan in de netvlieslagen, onder den invloed van iedere lichtsoort (Kühne en Steiner), de afgeleide stroomden getuigen. Er bestaat geen reden, zich in de buitenleden der kegels het proces anders te denken, moge daarbij een met het staafjesrood analoge stof in het spel treden, al of niet.



Wel is waar, kan in het algemeen door licht arbeidskracht zoowel gebonden als ontbonden worden. Sommige stoffen ondergaan onder zijnen invloed reductie, anderen oxydatie. Zelfs komt het voor, dat voor dezelfde stoffen geel en rood licht de oxydatie bevorderen, violet licht reductie te voorschijn roept en dat de werkingen van beiden elkander neutraliseeren <sup>1)</sup>. Maar dit geldt uitsluitend voor verbindingen van metalen (mangaan, ijzer, kwikzilver), niet voor zoogenoemde organische stoffen. Bovendien is de synthese, de opbouw van moleculen, onder binding van chemisch arbeidsvermogen, slechts denkbaar aequivalentsgewijs, en de hoeveelheden licht, bij het zien betrokken, zijn zoo uiterst gering dat eene daarvan uitgaande assimileerende werking bij de dissimileerende geheel wegvalt.

Maar gesteld, Assimilierung kwame in het netvlies door zekere stralen werkelijk tot stand, hoe zou ze langs de zenuwen worden voortgeleid? Een geleiding, als die in de zenuwen, blijkbaar het voortschrijden van een physico-chemisch proces, is slechts denkbaar, waar potentiële energie in actuële wordt omgezet, ondenkbaar bij omzetting van actuële in potentiële. De bewegingsverschijnselen der actuële zijn het, die van laag tot laag den aanstoot geven en den voortgang bepalen.

Er zou dus niets anders overblijven als aan te nemen, dat er voor ieder kleurenpaar twee processen, beide van Dissimilierung, in het centraalorgaan aankomen. En zullen deze gelijksoortige processen dan in tegengestelden zin op de respectieve substanties of, naar Hering, liever nog op een en dezelfde substantie inwerken? Zal een

1) Men vergelijkte Chastaing, Ann. de Chimie et de Physique. T. XI p. 145. 1877.



daarvan hier in Assimilirung worden omgezet, het andere het karakter van Dissimilirung behouden? En zullen de nu tegengestelde werkingen elkander dan verder wederkeerig ten onder brengen? Onze verbeelding weigert zulk intricacat spel te volgen.

Ik hecht aan deze beschouwingen niet meer waarde dan ze verdienen. Maar ik geloof, dat ze hier op hare plaats waren, om te doen uitkomen, dat Hering, wat hij daartegen moge aanvoeren, had behooren te onderzoeken, in welk verband met de werking der lichtgolven zijn theorie zich denken laat.

Van de aethergolven, zegt hij, moet men zich „mit „der allgemeinen Annahme begnügen, dass sie schliesslich zur Empfindung führen.“ Maar dan moet men ze ook niet uit A en D willen verklaren. Dat men te weinig weet, om niet alles mogelijk te achten, is toch een te zwakke grond. Zijne Sehsubstanz is even weinig bepaald. „Ob diese nur im Gehirn oder zugleich im „Sehnerven und in der Netzhaut und in welchen histologischen Bestandtheilen derselben sie zu suchen ist, „das Alles bleibt vorerst dahingestellt.“

Ik had dus wel recht te zeggen, dat Hering niet tracht te verklaren, wat onder den invloed van het licht in het netvlies voorvalt, noch de netvliesprocessen tot in de hersenen te volgen, noch zelfs de verhouding tusschen licht en sensatie vast te stellen. Hering <sup>1)</sup> antwoordt: „Dass ich über die Vorgänge in der Netzhaut „und im Sehnerven mich vorerst nicht in Hypothesen „ergangen habe, ist richtig. Donders bietet uns in „diezer Beziehung auch nichts Neues.“ Maar ik verlangde van Hering niets nieuws: ik wenschte alleen te ver-

1) Verg. Kritik. S. 18.

nemen, hoe hij zich de werking van het licht in het netvlies en de geleiding in de zenuwen voorstelde, om mogelijk te maken, dat zekere stralen als terminale processen D, andere A zouden voortbrengen. Zoolang daaraan niet voldaan is, kan ik in de kleurentheorie van Hering niets anders zien als een willekeurig schema der centrale processen, uit de analyse der sensaties afgeleid. En als uitgangspunt moge die analyse goede diensten bewijzen, hare uitkomsten zijn niet positief genoeg, om ze, zonder proefsteen, aan een theorie ten gronde te leggen <sup>1)</sup>. Welnu, Hering deed niet anders. Bij het raadplegen der kleursensaties stond hij voor het feit, dat twee complementaire kleuren elkander neutraliseeren. Hij constateert, dat zij naast elkander op dezelfde plaats niet tot haar recht komen. Tot dusverre zag men daarin een combinatie tot wit. Hering, enkel lettende op de sensaties, vindt dat ongerijmd. Het denkbeeld van een samensmelten der processen tot een derde, sui generis, wordt ter zijde gesteld. Dus blijft hem niets over als aan te nemen, dat zij elkander vernietigen. Dat alles geldt als analyse der sensaties. En uit deze alleen besluit Hering tot zijne rood-groene en geel-blauwe substanties, zoekt daarin een tegenstelling voor zijne „Gegenfarben” en meent die, op gelijke wijze als voor zwart en wit, te vinden in Dissimilirung en Assimilirung, hoewel, zooals wij zagen (bl. 42), wat de onderlinge betrekking der sensaties betreft, de analogie hem zelfs in den steek laat. Mij dunkt, een zoo lange reeks van besluiten kan eener theorie moeielijk een vasten grondslag verzekeren.

Het schijnt wel overbodig, de studiën over lichtinductie

---

1) Verg. J. von Kries. Die Gesichtsempfindungen und ihre Analyse. 1882. S. 31—50.

en contrast, die Hering aan de ontwikkeling zijner theorie laat voorafgaan, hier ter sprake te brengen. Met zijne theorie staan zij slechts in zooverre in verband, als de verschijnselen uit haar gezichtspunt zich gemakkelijk laten verklaren. Trouwens, eene theorie, die voor elk verschijnsel twee verklaringswijzen aan de hand geeft, uit vermeerdering van A en uit vermindering van D, of omgekeerd, komt niet licht in verlegenheid. Maar ook mijne voorstelling, die alle helderheid in dissociatie en zwart alléén zoekt in intramoleculaire beweging, zonder dissociatie, geeft van de verschijnselen op afdoende wijze rekenschap. Zooals boven reeds verklaard werd, heeft men, om het simultaan contrast te begrijpen, slechts aan te nemen, dat dissociatie op ééne plaats, door onttrekking van bloed óf voedingsvocht, denzelfden vorm van dissociatie in de aangrenzende deelen meer of minder uitsluit, terwijl het successieve van zelf een verklaring vindt in het totaal of partiëel verbruik der specifieke moleculen. En tevens is het veel aannemelijker, dat door contrast een gelijksoortige dissociatie in de nabijheid wordt onderdrukt, dan dat aldaar A, tengevolge van D, of omgekeerd, zou worden bevorderd. Wáár overigens het contrast zich psycho-physisch doet gelden, is nog niet voldoende opgelost. Men krijgt bij Hering den indruk, als zocht hij reeds in het netvlies, misschien zelfs in de percipiëerende elementen, den grond der contrast-verschijnselen. Toch is het a priori even mogelijk, dat eerst in het centraal-orgaan de contrasteerende werking zich doet gelden, aan welke voorstelling de ligging der vorm-elementen, in verband met localisatie, als uit Munk's proeven schijnt te volgen, nog meer recht geeft van bestaan. Het is zelfs denkbaar, dat het contrast zich eerst in de hoogste instantie psycho-physisch openbaart, en het



inroepen van het oordeel door Helmholtz tot verklaring der contrasten, waartegen Hering zoo heftig te velde trok, zou eenvoudig daarmede samenvallen.

Hering's beschouwingen over het *gewicht* der sensaties (zie bl. 10) zou ik, in betrekking tot zijne theorie, slechts te onderzoeken hebben, indien ik hem ook op het gebied der daarmede samenhangende psycho-physische vragen wilde volgen. Maar dit ligt geheel buiten mijne bedoeling. In verband met de kritiek, door Fechner <sup>1)</sup> en vooral door G. E. Müller <sup>2)</sup> daarvan gegeven, en van zoovele gewichtige bijdragen als in den laatsten tijd op dit gebied zijn verschenen, zou ik al te uitvoerig moeten worden.

Intusschen op één punt, waarbij Hering's leer van het gewicht der sensaties in het spel is, moet ik hier terugkomen. Tot de grondslagen zijner theorie behoort de opvatting der complementaire kleuren als antagonistische. Die opvatting heb ik boven bestreden. Met de voorstelling der partiëele dissociaties, naast de totale, tot welke zij zich kunnen verbinden, wordt, meen ik, op zeer bevredigende wijze rekenschap gegeven van hare onderlinge betrekking als complementaire en van hare verbinding tot het totale wit. Ongerijmd schijnt daarentegen een strijd van Gegenfarben, waarbij van geen van beiden iets zou overblijven. Maar men zou zich toch beroepen kunnen op de mogelijkheid, dat uit dien strijd slechts processen geboren worden, die alle psycho-physische beteekenis missen. Een direct bewijs, dat uit het samensmelten der complementairen de sensatie van wit geboren wordt, scheen daarom wenschelijk. Ik meende dat te zullen vinden in de verge-

1) In Sachen der Psychophysik. 1877, alsmede Revision der Hauptpunkte der Psychophysik. 1882.

2) Zur Grundlegung der Psychophysik. 1881.

lijking der helheden van mengsels van twee complementaire kleuren  $s$  en  $s'$  met corresponderende lichthoeveelheden van een en dezelfde kleur, hetzij  $s$  of  $s'$ . Alzoo vermengde ik het heldere geel van het spectrum met het betrekkelijk lichtzwakke en zeer verzadigde indigo  $s'$  tot wit, en, tot vergelijking daarmede, hetzelfde geel met zooveel geel van een tweede spectrum als in lichtsterkte met het bijgemengde indigo  $s'$  gelijk stond. Het resultaat was, dat het in het eerste geval verkregen wit voor het geel van het tweede geval in helderheid althans niet onderdeed. De resultaten dezer proeven bleken alvast in overeenstemming te zijn met het begrip van complementaire kleuren, en ik beeldde mij in, dat de theorie der antagonistischen daarmeê weerlegd was. Maar Hering betoogt in zijn antwoord <sup>1)</sup>, dat die uitkomsten ook met zijne opvatting niet in tegenspraak zijn. Hij verwijst op § 70 zijner Lehre vom Lichtsinne. „Der ganze Einwand”, aldus beweert hij „beruht wieder auf einer Verwechslung der Empfindung „mit dem objectiven Lichte.” Zooals hem ook van andere zijde reeds werd onder het oog gebracht, besluit Hering daartoe al te gereedelijk, zoodra slechts sensaties met de werking van licht worden in verband gebracht: hier is van dergelijke verwisseling geen sprake hoegenaamd; de sensaties zijn het, die gecombineerd worden. Maar ik had voorbijgezien — ik erken het gaarne — dat Hering de ideale kleursensatie in helderheid met het neutrale grijs gelijk stelt, dat hij wat er in het schitterendste rood aan kleursensatie voorhanden is niet hooger aanslaat dan de helderheid van zijn Mittelgrau, zooals het zich bijv. na lang verblijf in het duister spontaan ontwikkelt. Bij deze opvatting verduistert iedere kleur de sensatie in

---

1) Kritik. S. 30.



het mengsel van zwart en wit, zoodra het zwart-witte zich boven het Mittelgrau verheft en verheldert ze alleen, wanneer de zwart-witte sensatie daaronder staat, en Hering heeft recht, dat, naar die opvatting, bij de vermenging van twee complementaire sensaties  $\frac{s + s'}{2}$

dan, naar omstandigheden „bald heller, bald dunkler, bald „auch gleich hell sein kann, wie  $s$  oder  $s'$ , gleiche Helligkeit der beiden letzteren vorausgesetzt.”

Wie alzoo met Hering's opvatting zich mocht vereenigen (S. 114): „dass die absolut-reinen Farben, gleich dem „mittlen Grau, Empfindungen von gleich-grosser Helligkeit „wie Dunkelheit, oder von mittler Helligkeit oder Dunkelheit sein würden”, behoeft ook in de uitkomsten mijner proeven geen bewijs tegen diens theorie te zien. Maar in elk geval strooken zij met hetgeen Newton's leer onderstelde.

Slaan wij een blik terug op bovenstaande kritiek der theorie van Hering, dan blijkt, zooals ik in mijne antikritiek reeds deed uitkomen, dat ik geen zijner hoofdstellingen aannemelijk acht.

Alléén met het uitgangspunt der theorie, het onderscheiden der sensaties van wit en zwart en van vier enkelvoudige kleuren, heb ik mij vereenigd, ze even als Hering aan Lionardo da Vinci ontleenende. Maar ik heb mij verklaard tegen zijne opvatting van wit en zwart als sensaties van gelijke digniteit, tegen die der overgangen tusschen wit en zwart, als ware mengsels der beide sensaties, en zeer nadrukkelijk tegen het terugbrengen der helderheid tot  $W : Z$  of  $D : A$ , geheel onafhankelijk van de absolute waarden van beide, als in strijd met de fundamenteele wet der psycho-physiek. Ik heb er op



gewezen, dat zwart en wit geen zuivere tegenstelling vormen en beweerd, dat, ware het zoo, de processen van Dissimilierung en Assimilierung daaraan niet konden beantwoorden, wijl ook deze, in anderen zin, niet als zuivere tegenstelling gelden kunnen, en dat zij in geen geval als corresponderende processen van zwart en wit mogen worden aangenomen, omdat men niet gerechtigd is, Assimilierung als een psycho-physisch proces op te vatten. En ik eindigde met aan te toonen, dat, waar dezelfde denkbeelden aan een theorie der kleuren worden ten gronde gelegd, de bezwaren stijgen en met nieuwe vermeerderd worden.

#### V. Kleurblindheid.

Terwijl mijne verhandeling over de kleurstelsels handelt, zoowel over de enkelvoudige, die men onder den naam van kleurblindheid pleegt te begrijpen als over het normale, verklaart Hering zijn kritiek tegen het laatste te zullen bepalen. Toch liet hij ook de kleurblindheid niet geheel buiten beschouwing; maar ik ging in mijn antwoord die gedeelten voorbij, omdat het in mijn voornemen lag over de kleurblindheid afzonderlijk te handelen en dan gelegenheid zou vinden daarop te antwoorden. Ik wensch hier nu de kleurblindheid te onderzoeken, in verband én met de theorie van Young, én met die van Hering, om ten slotte in mijne beschouwingen over de betrekking tusschen de verschillende kleurstelsels mijn standpunt nader aan te wijzen.

##### A. *De kleurblindheid, in verband met de theorie van Young.*

De theorie van Young, in 1801 voor het eerst in korte trekken geschetst, werd nader ontvouwd in zijne *Lectures of Natural Philosophy*, die in 1807 het licht

zagen. Hier is ook reeds sprake van kleurblindheid. In den merkwaardigen Catalogue van werken en verhandelingen (II. p. 107 tot 520) citeert Young (p. 317) de verhandeling van Dalton: on some facts relating to the vision of Colours, deelt kortelijk de verschijnselen mede, door Dalton bij zich zelf waargenomen, en gaat voort: „He (Dalton) thinks it probable that the vitreous humour is of a deep blue tinge; but this has never been „observed by anatomists, and it is much more simple to „suppose the absence or paralysis of those fibres of the „retina, which are calculated to perceive red.” Bij die verklaring, volkomen gelijk aan die van Helmholtz, zweeft het woord roodblindheid ons reeds op de lippen.

Eerst later werd ook door Herschel betoogd, dat kleurblinden, in plaats van een driekleurenstelsel, een tweekleurenstelsel hebben, waarvan Maxwell en Helmholtz het bewijs zouden leveren.

De intelligente kleurblinde overtuigt zich daarvan gemakkelijk bij de beschouwing van het spectrum. Waar het normale oog blauw-groen ziet, ongeveer bij  $\lambda = 0.5 \mu$ , ziet de kleurblinde een kleurlooze streep, van waar naar de rechterzijde blauw, naar de linker geel uitgaat, met toenemende saturatie tot het einde, en aanvankelijk stijgende later dalende intensiteit. De kleurblinde moge de kleuren ter éener zijde opvolgend groen, geel en rood noemen, zij behooren allen tot één en dezelfde kleur, gewijzigd slechts in saturatie en intensiteit, en terwijl we niet weten, aan welke onzer sensaties die beantwoordt, heb ik ze, naar den algemeenen term voor de kleuren der bedoelde zijde van het spectrum, de *warme* **W** genoemd. Evenzoo is van al de kleuren ter andere zijde, het groen-blauw, blauw en violet, de sensatie één en dezelfde, door blauw of blauwachtig aangeduid, en



verdient daarom, in tegenstelling met de warme, de *koele* kleur **K** te heeten. Dat al de kleuren ter linker en allen ter rechter zijde werkelijk óéne en dezelfde zijn, blijkt daaruit, dat beide, van waar ook genomen, in bepaalde proportie altijd wit vormen, terwijl voorts al de tonen van **W** en al de tonen van **K** door tempering van de meer gesatureerde en regeling der intensiteiten absoluut aan elkander gelijk worden.

Vele jaren vóór het tijdperk, waarin de onderzoekingen vallen van Maxwell en Helmholtz, was Seebeck reeds tot het besluit gekomen, dat men twee klassen van kleurblindheid te onderscheiden heeft, de eerste met normale, de tweede met verminderde gevoeligheid voor de weinig breekbare stralen. Helmholtz vond dit bevestigd, en aannemende, dat in die der eerste klasse de roode energie ontbrak, in die der tweede klasse de groene zou kunnen ontbreken, noemde hij de eerste roodblinden de laatste groenblinden.

Die namen vonden gereedelijk ingang, — bij Preyer, die gevallen van groenblindheid nauwkeurig onderzocht en beschreef, bij Holmgren, die uitnemende methoden schiep voor het herkennen van kleurblindheid, en bij vele anderen. Ook ik sprak van rood- en groenblinden, onder voorbehoud evenwel, daarom niet te mogen worden geacht, de meening aan te kleven, dat het daarbij louter de suppressie zou gelden óf van de roode óf van de groene energie, onder onveranderd voortbestaan der twee andere energieën van het driekleurenstelsel.

Hiermede scheen een direct verband tot het normale stelsel aangewezen, — meer nog toen ook een zeldzame derde vorm aan het ontbreken der violette energie werd ondersteld te beantwoorden. En met die voorstelling strookte, dat bij roodblindheid de linker zijde, bij groenblindheid,



zooals Holmgren vond, het midden van het spectrum een vermindering der lichtsterkte aanwees.

Intusschen doen zich bij nader inzien, tegen die verklaring gewichtige bezwaren op. Reeds uit een theoretisch oogpunt is het eenvoudig wegvallen van een der energieën niet wel te verdedigen. Het strookt niet met onze genetische begrippen, dat van drie werkingen, die zich in verband met elkander plegen te ontwikkelen of door differentiatie ontstaan, één der drie zou achterwege blijven, en dat, ondanks zoodanig defect, de beide anderen zouden worden, wat ze in verband met de ontbrekende zouden geworden zijn. Elders betoogde ik, dat wij hier niet te doen hebben met een driesnarig instrument, waaraan één der snaren zou ontbreken, maar met een tweesnarig werktuig, waaraan niets ontbreekt en welks deelen zich door adaptatie harmonisch ontwikkeld hebben.

Op het gebied der waarneming ging de eerste stoot tegen het aangenomen verband uit van Edmond Rose.

Rose bepaalde bij een groot aantal kleurblinden het zoogenoemde zwarte punt, het punt der kleurtafel, dat, gelijk staande met zwart, gehouden werd aan de ontbrekende te beantwoorden, en vond de ligging daarvan zeer uiteenlopend. Evenmin als de ontbrekende konden de overgeblevene dan aan vaste fundamenteele kleuren beantwoorden. Rose achtte, op grond dier uitkomsten, de theorie van Young onhoudbaar. Maar zelfs indien het onderzoek onberispelijk geweest ware, wat Helmholtz bestreed, zou de onhoudbaarheid der theorie van Young daarmee niet gebleken zijn, — enkel de verklaring der kleurblindheid uit het ontbreken van een der fundamenteele kleuren zijn vervallen.

Een ander bezwaar lag in de kleursensaties van het indirecte zien.

Men had gevonden, dat in het normale oog, op zekeren afstand van de plaats der gele vlek de sensatie van rood zou ontbreken, en dat nabij de peripherie van het netvlies eene geheel kleurlooze zône zou bestaan, en de oorzaak daarvan gezocht in het ontbreken resp. van één en van twee der energieën van Young. Maar Fick <sup>1)</sup> beweert te recht, dat dergelijke verklaring niet opgaat. Waar de roode energie ontbreekt, zouden slechts sensaties tusschen groen en violet, waar twee ontbreken, slechts die der ééne overgeblevene kunnen bestaan, in geen geval wit, en zoowel het eerste als het laatste is in strijd met de ervaring.

Fick <sup>1)</sup> nu, in plaats van op dien grond de theorie van Young te verwerpen, tracht de verschijnselen daarmede in overeenstemming te brengen door aan te nemen, dat het netvlies wel overal de elementen der drie energieën bevat, maar dat, op de verschillende plaatsen, de „Endapparate etwas anders beschaffen sind”, ten gevolge waarvan „die Erregung als Function der einwirkenden Strahlen” door andere krommen zou vertegenwoordigd worden. Dekken daarbij elkander b. v. de krommen der roode en groene energie, zoo zou elk licht, waarbij ze in werking komen, het mengsel van beide, nl. de sensatie van geel, voortbrengen; en zijn van alle drie de vormen gelijk, dan kon, door welk licht ook, nooit een andere sensatie als die van wit ontstaan.

Fick wees er reeds op, dat ook de gewone vormen van kleurblindheid uit dit beginsel konden worden verklaard, en Raehlmann <sup>2)</sup> breidde die voorstelling nog verder uit. En op gelijke wijze had, onafhankelijk van Fick, reeds

1) Verhandlungen der physikal. medicin. Gesellschaft in Würzburg. 1873. V. S. 158.

2) Gräfe's Archiv. B. XXII. Abth. 1 S. 29.

Leber <sup>1)</sup> van delichtintensiteit der verschillende gedeelten van het spectrum bij kleurblinden rekenschap gegeven, daarbij uitdrukkelijk verklarende, dat de gevondene „Widersprüche nicht das Wesen der Young-Helmholtz'schen Theorie betreffen”, maar alléén de daaruit afgeleide verklaring der kleurblindheid. En Brücke <sup>2)</sup>, bij zijne analyse van het indirecte zien van de onderstelling uitgaande, dat aan alle deelen van het netvlies dezelfde drie soorten van „Centralgebilden,” d. i. de drie normale energieën, eigen zijn, kon niet anders als de verklaring van Fick tot de zijne maken.

Was in het algemeen de poging tot het handhaven eener wel gevestigde theorie alleszins gewettigd, de onderstelling, waarvan men daarbij uitging, scheen mij niet gerechtvaardigd. Immers de aard van het peripherisch proces staat in onafscheidelijk verband met zijne intensiteit als functie der golflengte, en aan het peripherisch proces moet, naar onze genetische begrippen, het centrale in allen deele beantwoorden. Daarop was mijne onderstelling gegrond, dat met den vorm en de ligging eener kromme hare energie, en de daaraan beantwoordende sensatie, gegeven is. Alléén waar ziekelijke stoornissen in het spel zijn, met locale veranderingen, die aan het normale verband tusschen peripherische en centrale werking afbreuk doen, kan, mijns inziens, eene verklaringswijze als die van Fick in aanmerking komen, en in een dergelijk geval, bij de verschijnselen, namelijk, van santonine-vergiftiging, had dan ook Helmholtz <sup>3)</sup> reeds daaraan gedacht.

1) Klinische Monatsblätter f. Augenh. B. XI. S. 437.

2) Sitzungsberichte der K. Akad. der Wissenschaften. B. LXXX. abth. 3. S. 38.

3) Physiol. Optik. S. 818.



Overigens, zooals reeds werd aangeduid <sup>1)</sup> en nader zal worden uiteengezet, valt alle tegenstrijdigheid weg, wanneer men den kleurzin van het indirecte zien, evenals dien der verschillende vormen van kleurblindheid, als een mindere graad van differentiatie opvat dan dien van het directe, in het netvlies zoowel als in het centraalorgaan.

Op zijne beurt verwerpt ook Hering <sup>2)</sup>, met de hem eigene energie, de wijze, waarop Fick den kleurzin van het indirecte zien met de theorie van Helmholtz tracht te verzoenen. „Die Annahme verschiedener spezifischer Erregbarkeit der drei Faserarten gegenüber jeder einzelnen Strahlenart ist ein Kernpunkt der Theorie von Helmholtz.” Fick veroorlooft zich die specifieke prikkelbaarheid der drie elementen, waarmee de geheele theorie van Helmholtz eerst mogelijk wordt, bij kleurblindheid als niet bestaande aan te nemen. Dergelijke wijziging, zegt Hering, „könnte man fast als einen Selbstmord der Theorie bezeichnen.” „..... Man darf eine Theorie mit Hilfhypothesen unterstützen, wenn dieselben die Grundlagen der Theorie nicht erschüttern; aber man darf nicht eine Hilfhypothese machen, die der wesentlichen Voraussetzung der ganzen Theorie widerspricht. Dies thut man aber, wenn man die Theorie von Helmholtz dadurch modificirt, dass man für gewisse Fälle die verschiedene spezifische Erregbarkeit der drei Faserarten gegenüber den einzelnen Strahlenarten läugnet, durch deren Annahme doch die ganze Theorie erst möglich wurde.”

Hiertegen valt niet veel in te brengen. Maar iets

---

1) Over kleurstelsels. bl. 73.

2) Zur Erklärung der Farbenblindheit aus der Theorie der Gegenfarben. S. 18 u. f. 1880.

anders is het, wanneer, voor de verschillende vormen van kleurblindheid, de bezwaren nu ook breed worden uitgemeten, om ze tegen de theorie zelve te keeren. Daar heb ik mijne bedenkingen.

Hering begint (S. 15) met de absolute kleurblindheid, waarbij alle sensatie van kleur ontbreekt en alléén die van wit en zwart met haar overgangen voorkomt, of, om zijne termen te gebruiken, waarbij de lichtstralen „keinerlei farbige sondern nur weisse Valenz haben.”

Gevallen, zooals eene normale weisse Valenz zou vorderen, zijn, zooals Hering zelf verklaart, „nicht ge-  
„nauer bekannt,” — zeggen wij: niet bekend, tenzij met ziekelijke verandering. Maar zelfs die, waarbij de gezichtsscherpte onvolkomen en de verhouding tegenover wit licht niet normaal is, zijn hoogst zeldzaam. Bij niet meer dan één daarvan werd de kromme der lichtintensiteit als functie der golflengte bepaald en, merkwaardig genoeg, weinig afwijkend gevonden van de kromme der groene energie, zooals ze voor het normale oog gevonden werd. In een tweede door mij waargenomen geval, met gelijke stoornissen gecompliceerd, en in twee gevallen, door Raehlmann <sup>1)</sup> vermeld, scheen de lichtverdeeling daarmee overeen te komen. Wat zou nu de voorstanders der theorie van Young beletten eenvoudig aan te nemen, dat hier de roode en violette energie ontbreken en alléén de groene is overgebleven? Niet slechts de theorie van Young, maar zelfs het gewraakt verband met ontbrekende energieën verdragen er zich volkomen mede.

Doch Hering beroept zich op een geval van *éénzijdige* kleurblindheid, door Becker beschreven, waarin de

1) Graefe's Archiv. XXII. Abth. 1. S. 29.

„weisse Valenz” schier uitsluitend, en wel voor het kleurblinde oog op gelijke wijze als voor het normale, zich zou doen gelden.

Verdient dat geval genoegzaam vertrouwen? Op honderd gevallen van kleurblindheid is er wel nauwelijks één tot één oog beperkt. Gevallen van absolute kleurblindheid, bij een overigens normaal gezichtsvermogen, zijn nooit waargenomen. En nu zal het eerste geval van dien aard juist een zoodanig zijn, dat zich tot één oog bepaalt? — Geloove wie kan!

Bovendien ligt in de verschijnselen grond tot wantrouwen. Rood en geel worden niet gezien; maar bruin, — d. i. donker rood of donker geel, wordt in allerlei stoffen en papieren, in water- en olievert als zoodanig erkend. En in het onderzoek der dubbele schaduwen, zoowel met blauw en geel als met rood en groen, heeten alle schaduwen „rein grün”, hoewel overigens geen groen gezien wordt. Het zou ons bijna tot vertwijfeling brengen, als dergelijk geval bestaanbaar ware. Dat het bij eene vrouw voorkomt, terwijl vrouwen hoogst zelden, misschien nooit, aan normale kleurblindheid lijden, zou het nog zonderlinger maken, wanneer men niet wist, dat men ook bij haar, en niet het minst bij intelligente jonge dames, tegen misleiding wel bijzonder op zijn hoede mag zijn.

Mijn hooggeschatte vriend Becker zal mij niet euvel duiden, dat ik, trots zijne klassieke beschrijving, met de vermelding van omstandigheden, die bedrog schijnen uit te sluiten, van mijn scepticisme geen afstand kan doen: niet dat ik in zijn geval eene zekere stoornis der kleur-sensatie zou ontkennen, — ik geloof alléén, wat ik zoo dikwijls zag, dat waar en onwaar, bewust of onbewust, gemengd zijn. Hering roept bijna triomfantelijk uit: „Selten haben die Thatsachen in so handgreiflichen



„Widerspruche zu einer Theorie (hij bedoelt die van „Young) gestanden wie hier.” Hij vergist zich. Niet de theorie, — alléén de verklaring der kleurblindheid uit het ontbreken van energieën zou, bijaldien de „That-sachen” betrouwbaar waren, er onder lijden. En nu ze niet betrouwbaar zijn? — Mijne conclusie is, dat van de zijde der absolute kleurblindheid de theorie van Young geen kwaad te duchten heeft.

Laat ons zien wat het tweekleurenstelsel tegen haar vermag.

Hering erkent thans, dat de daartoe behoorende gevallen onderling verschillen, onderzoekt er van „beide Klassen” (zijn eigen woorden!), zoogenoemde rood- en groenblinden, wanneer ook niet met spectraal-kleuren, en vindt bevestigd, dat ze een zuiver tweekleurig stelsel hebben, waaruit hij, van het standpunt zijner theorie, besluit, dat zij geel en blauw als enkelvoudige kleuren zien. Ik geloof, dat hij niet verder had mogen gaan dan te besluiten, dat hunne sensaties complementair zijn, zooals ik sedert lang heb aangenomen, met andere woorden, dat hunne beide kleuren in bepaalde proportie eene neutrale sensatie voortbrengen, gelijk aan of te vergelijken met ons wit. Dat kleurlooze vindt men in de neutrale streep N van het spectrum tusschen  $b$  en F, waar de koele en warme sensaties in evenwicht zijn, en in deze „ganz „bestimmte Grenze zwischen beiden Spectralhälften, wo „nach Angabe der Farbenblinden die Farbe vollständig „ihren Karakter ändert”, zocht Hering terecht daarvan het bewijs. Ik kan er bijvoegen, dat juist in de bepaling der ligging van N de waarschijnlijke fout fabelachtig klein is <sup>1)</sup>, veel kleiner dan ter zijde van N,

1) Verg. v. d. Weijde. l. c. p. 15.

waar respectievelijk in **W** en in **K** de saturatie stijgt. Voor die groote gevoeligheid zou in het keerpunt tusschen **W** en **K** wel het allerminst grond zijn, wanneer men hier niet met een neutrale, maar met eene vermenging van twee sensaties te doen had. Trouwens intelligente kleurblinden zelven zijn omtrent de tegenstelling van kleurloos en gekleurd volkomen in het reine. Zij weten, dat men bij vermenging van een warme kleur met een koele, b. v. rood met een weinig blauw of omgekeerd, niet het mengsel ziet dier beide kleuren, maar dat respectievelijk **W** en **K** verbleeken, tot ze bij zekere proportie voor het kleurlooze plaats maken, waarin geen van beiden te zien zijn. In het wit, zoo drukte zich een mijner kleurblinden uit, zien wij beide kleuren ondergaan. De beschrijving komt geheel overeen met hetgeen normalen waarnemen bij het vermengen van twee complementaire lichtsoorten en verschilt ten eenenmale van het effect der vermenging van rood en blauw.

Die uitkomst is zeer belangrijk. Onder de fundamentele kleuren van Young komen er geene voor, die onderling complementair zijn. Hering zegt dan ook terecht, dat de verklaring der kleurblindheid uit het ontbreken van één der energieën, althans van rood of groen, zou meëbrengen, dat de kleurblinden in plaats van wit een kleurmengsel zagen. En voor Hering lag daarin een machtig wapen tegen de theorie zelve. Daartegen kwam ik in verzet. „Niemand,” zoo beweerde ik, „kan gelooven, dat voor den groenblinde het wit een „kleurig purper zijn zou, gelijk voor het normale oog „uit rood en violet gevormd wordt, en niemand heeft het „ooit geloofd.” En Hering repliceert: „Wahrlich eine „überraschende Bemerkung da es allen anderen Ophthalmologen und Physiologen bekannt ist, dass kein Gerin-

„gerer als Helmholtz selbst es geglaubt hat und mit „ihm Alle, die seiner Lehre folgten.“

Heb ik te boud gesproken?

William Pole, die ons reeds in 1856 een voortreffelijke beschrijving gaf van zijn eigen kleurblindheid, volkomen bekend met de theorie van Young en met de hypothese van Maxwell, is in twijfel. Herschel verklaart zich „strongly disposed to believe, that William Pole,” van wiens onderzoek hij eene grondige analyse gaf, het wit ziet evenals wij. Bij Maxwell vond ik een passus, waaruit het bleek, dat hij de neutrale lijn niet beschouwt als een kleurenmengsel, wat trouwens het woord „neutral” reeds aanduidt. Holmgren, de besliste voorstander der theorie van Young, onderzoekt een éézijdig kleurblinde, en, merkwaardig genoeg, verzuimt te vermelden, dat het kleurblinde oog wit ziet als het andere, blijkbaar alléén, omdat hij (ten gevolge van zijn verkeer met kleurblinden) twijfel daaromtrent niet mogelijk achtte. Fick vindt het noodig, de roode en groene energie bij kleurblinden te laten samenvallen, omdat hij niet kan aannemen, dat zij het neutrale gekleurd zien. Eindelijk, — de kleurblinden zelve gelooven het niet.

En Helmholtz?..... Ik erken, dat hij de verschijnselen schildert, streng zooals de hypothese ze zou vorderen, zonder er iets op af te dingen 1). Maar hij begint — vooronderstellender wijze: „Daraus würde folgen, dass die „Rothblinden nur Grün, Violett und ihre Mischung das Blau, „empfinden. Das spectrale Roth müsste ihnen danach als „gesättigtes lichtschwaches Grün erscheinen.” En die aanhef scheen mij zekeren twijfel te werpen over de geheele beschrijving. Bovendien, van het peripherisch gedeelte

1) Handbuch der Physiologischen Optik. S. 298.



van het netvlies, waar zonlicht even goed wit is als in het midden, zegt Helmholtz (S. 301): „Sie (die Netzhaut) nähert sich dort einigermassen dem Zustande der „Rothblindheit,” en Schelske<sup>1)</sup>, die onder de leiding van Helmholtz werkte, vindt hier eene „rothblinde „zône.”

Hoe het zij, het lag inderdaad voor de hand, het effect van het gewone zonlicht zoowel in het twee- als in het driekleurenstelsel als een neutrale sensatie op te vatten en de beide fundamenteele kleuren, als partiële, in een totale te doen opgaan. En schier onbewust had, in spijt van de eischen der hypothese, die voorstelling ingang gevonden.

Dit verklare en verontschuldige, zoo noodig, mijne woorden. Overigens, onafhankelijk daarvan, had ik recht te zeggen, en herhaal: „Wat Hering uit het oogpunt der kleursensaties tegen de theorie van Young in het midden brengt, streeft het doel voorbij. En wat daarin nog juist ware treft geenszins de theorie, maar alleen de hypothese, dat de twee overgebleven energieën aan twee van het normale stelsel zouden gelijk zijn, — een hypothese, die ik van de theorie zelve streng gescheiden hield.”

Die hypothese zal ik niet verdedigen. Zelfs zonder een beroep te doen op de gevallen van eenzijdige kleurblindheid, waarover wij onder V nog nader zullen handelen, kwamen wij tot het besluit, dat de kleurblinden eene neutrale sensatie hebben, gelijk aan of gelijk te stellen met wit, en daarmee is ze niet te rijmen. Maar de theorie zelve lijdt daaronder niet. Zij werd door Young gevestigd, nog vóór de door Dalton beschrevene anomalie bekend werd, en is de eerste poging om

1) Archiv f. Ophth. B. IX. 3. S. 39.

deze te verklaren mislukt, dan is er geen reden, om de theorie te verlaten, maar alleen om naar een andere verklaring der kleurblindheid om te zien.

B. *De kleurblindheid, in verband met de theorie van Hering.*

Bij het ontvouwen zijner theorie wees Hering onmiddellijk haar verband aan tot de kleurenblindheid. „Was man jetzt einen Rothblinden nennt,” zegt hij, „ist viel mehr ein Roth-Grünblinder, das heisst, es fehlt ihm die roth-grüne Sehsubstanz. Dem entsprechend sieht er farblos was Anderen in einer der beiden Grundfarben roth oder grün erscheint; in allen Roth oder Grün haltenden Mischfarben aber sieht er nur das Gelb oder Blau. In seinem Sonnenspectrum liegen nur zwei Partialspectren: das Schwarzweisse und das Gelbblaue. Die Stelle des Grün erscheint ihm farblos und theilt sein Spectrum in eine gelbe und eine blaue Hälfte.”

Aan duidelijkheid laat die uitspraak niets te wenschen over. De verklaring is hoogst eenvoudig en vloeit als van zelf uit de theorie voort. Maar wie kleurblinden kent heeft al aanstonds gewichtige bedenkingen.

In de eerste plaats heft Hering de onderscheiding op van rood- en groenblinden. Zij zijn aan elkander gelijk; want — wie roodblind is zou ook groenblind zijn, in overeenstemming met zijne theorie, die voor die beide kleuren slechts eene substantie kent, de rood-groene. In hetgeen boven omtrent rood- en groenblindheid werd gezegd, ligt wel reeds opgesloten, dat ik mij met die zienswijze niet kan vereenigen: hier zal nog nader worden aangetoond, dat rood- en groenblindheid wel degelijk twee verschillende typen zijn, en dat de theorie van Hering, in hare verklaring der kleurblindheid, op die onderscheiding schipbreuk lijdt.

Doch alvorens daartoe over te gaan, zij nog gewezen op de cardinale dwaling, dat de kleurblinde rood en groen kleurloos zien zou: beiden ziet hij immers in eenen dezelfde warme kleur, als al de kleuren, — rood, oranje, geel en groen, die in het spectrum aan dezelfde zijde van de neutrale lijn N gelegen zijn. Stelt Hering zich voor, dat in alle mengsels dier kleuren de kleurblinde alléén het geel ziet zijner geelblauwe substantie, dan vergeet hij, dat, terwijl naar het uiteinde van het spectrum het geel verdwijnt, de warme kleur van den kleurblinde hier juist in saturatie toeneemt, — niet slechts bij den roodblinde, maar ook bij den groenblinde, wiens sensatie hier voor die van het normale oog in helderheid niet onderdoet.

De kleurblinde ziet dus groen en rood beide gekleurd, ons groen gelijk aan een minder gesatureerd rood, ons rood gelijk aan een meer gesatureerd groen. Daarom staat hij er aan bloot, ze met elkander te verwarren: alléén kan verzadigd rood nooit voor groen gehouden worden, omdat groen nooit een verzadigde warme kleur is. Weet hij ook helder geel te onderscheiden, zoo is de grond eenvoudig deze, dat de warme kleur daarin zóóveel helderheid met zóóveel saturatie vereenigt, als geen der overige kleuren bereiken kan. Groen kan wel eene groote helderheid vertoonen, maar is daarbij bleek; rood kan zeer verzadigd zijn, maar mist dan genoegzame helderheid. Houdt het geel op verzadigd en lichtsterk te zijn, dan is de sensatie volkomen gelijk aan die van bepaalde tonen van groen en rood en kan de verwarring niet uitblijven. Niets is gemakkelijker dan zich naar de methode van Holmgren of met het dubbelspectroscop hiervan te overtuigen. Hering bedriegt zich dus, wanneer hij beweert, dat de kleurblinde in alle



gemengde kleuren slechts het geel en blauw ziet, en dat ons rood en groen daarin als louter kleurloos fungeeren. Beide, rood en groen, worden daarin even goed gezien als geel, allen in dezelfde warme kleur.

Wanneer Hering verder zegt, dat in het zonnespectrum het groen voor den kleurblinde kleurloos is en zijn spectrum in een gele en blauwe helft verdeelt, dan is het eerste niet volkomen juist, want — niet in het groen, maar in het blauwgroen ligt de neutrale kleurlooze streep, voor roodblinden nog iets meer naar het blauw dan voor groenblinden; en het tweede, de verdeeling in een gele en blauwe helft, is niet bewezen, want het is de vraag, of de kleurblinde de warme en koele kleur werkelijk als geel en blauw ziet: er is zelfs grond, om aan te nemen, dat voor den rood- en den groenblinde de sensaties van koel en warm verschillen. En voegt hij er eindelijk aan toe, dat zuiver geel en zuiver blauw, benevens zwart en wit, toereikend zijn, om alle door hem waargenomen kleuren samen te stellen, dan heb ik daarop aan te merken, dat niet slechts uit het geel en blauw, maar uit iedere warme en koele kleur alle andere kleuren kunnen worden gevormd, binnen zekere grenzen van helderheid en saturatie.

Hieruit moge gebleken zijn, hoe weinig Hering zich met de kleursensaties der kleurblinden had gemeenzaam gemaakt, toen hij schreef: „die Widersprüche in die „man sich, wie die neue Literatur über diesen Gegenstand zur Genüge zeigt, immer wieder verwickelt, so „oft man die Farbenblindheit aus der Young'schen „Theorie erklären will, lösen sich, so viel ich bis jetzt „sehe, leicht bei der Erklärung aus meiner Theorie, wie „ich später selbst zu zeigen gedenke.”

Zijne boven (bl. 73—74) aangehaalde woorden behelzen

blijkbaar niets anders dan wat, bij het ontbreken der roodgroene substantie, logisch uit zijne theorie kon worden afgeleid. Het is dus veelbeteekenend, dat geen enkele dier aphoristische zinsneden den toets der feiten kan doorstaan, en bevreemden kan het ons niet, dat in zijn streven, om de tegenstrijdigheden op te lossen, waarin de toepassing der Young'sche theorie zich zou verwikelen, onze schrijver bedrogen is uitgekomen.

Wat Hering zich voorstelde zou geschieden op den grondslag der suppressie van de rood-groene substantie. Zijn schema is hoogst eenvoudig: de rood-groene substantie ontbreekt en, met de zwart-witte, blijft dus alléén de groen-blauwe over. Zoo zou ook de violet-blindheid uit het ontbreken der geel-blauwe substantie te verklaren zijn en blauw-geel-blindheid moeten heeten. Van zwart-witblinden, die men bij het ontbreken der zwart-witte substantie zou mogen verwachten, is, zooals Fleischl ter snede opmerkt, tot dus verre nog geen sprake geweest.

Ten aanzien der rood- en groenblinden, waartoe wij thans terugkeeren, is, ons gebleken, hoe weinig het genoemde schema van hunnen kleurzin rekenschap geeft. Verder is ons duidelijk geworden, dat aan het overblijven der zwart-witte en geel-blauwe substantie slechts één bepaalde vorm, slechts één type van kleurblindheid kan beantwoorden. Rood- en groenblindheid worden dus één. Hering deinst, zooals wij zagen, ook voor deze consequentie niet terug. Het is hem voldoende, dat in alle voorkomende gevallen rood en groen verward worden, of liever, naar zijne voorstelling, de sensatie van beide wegvalt, om stoutweg aldus te decreteren.

Hier moge dan het goed recht, om de onderschei-

ding te handhaven, nog eens worden in het licht gesteld. Waar dit gelukt, is het schema van Hering veroordeeld.

Seebeck heeft, zooals men weet, de verdienste, het eerst de kenmerken te hebben aangegeven der twee klassen, die aan rood- en groenblindheid beantwoorden. Preyer <sup>1)</sup> noem ik gaarne als dengene, die ze nauwkeurig heeft bepaald en gevallen van groenblindheid met zorg heeft beschreven. Holmgren vond ze terug bij zijne sorteermethode, om kleurblinden op te sporen, bewees ook met zijn chromatioskiameter, dat in de eerste klasse de sensatie voor roodgevend, in de tweede voor groengevend licht verminderd is, en dat de beide vormen niet samenvloeien. Hier bevestigden wij Holmgren's resultaat met zijne sorteermethode, met de draaischijf, voorts naar de methode der gekleurde schaduwen van Becker, die, zooals ik voorzien had, voor het doel zeer bruikbaar was, met den colorimeter van Rose, eindelijk met het dubbel spectroscop. Elk dezer methoden levert afdoende bewijzen; maar de meest sprekende vinden wij in de krommen der betrekkelijke lichtsterkten, uit de waarnemingen met het dubbel spectroscop afgeleid.

Vóór ik mijne krommen deed kennen, hadden von Kries en Küster <sup>2)</sup> reeds vergelijkingen gemaakt tusschen een groen-blauw, dat niet ver van het neutrale gelegen was ( $\lambda = 0,5015$ ), en een mengsel van rood (lijn C) en indigo ( $F \frac{1}{2} G$ ), uit welke insgelijks neutraal te verkrijgen is, en reduceerden ze op 100 rood. De uitkomsten waren

1) Pflüger's Archiv. B. I S. 299.

2) Archiv f. Anat. u. Physiol. 1879. Physiol. Abth. S. 513. Verg. ook von Kries. Die Gesichtsempfindungen und ihre Analyse. S. 145.

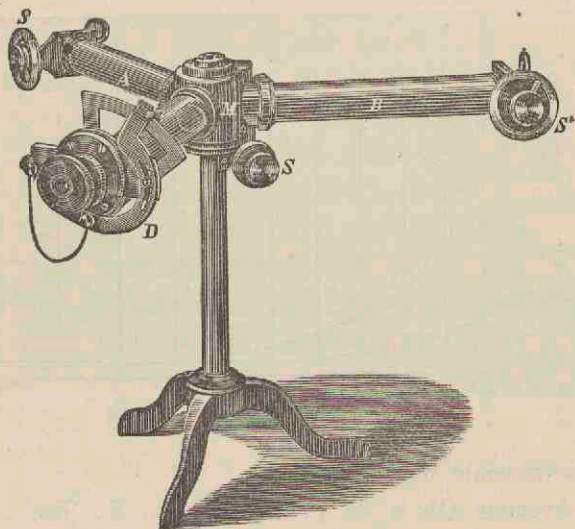


van dien aard, dat zij zich gerechtigd achtten, de gevallen tot twee groepen terug te brengen, beantwoordende aan rood- en groenblinden. Dat ze niet scherper gescheiden waren, kan ons niet bevreemden, sedert wij weten <sup>1)</sup>, hoe grooten invloed de lichtsterkte op deze vergelijking uitoefent, een invloed, die bij 't gebruik van daglicht op verschillende dagen en uren zich storend moest doen gevoelen.

Veel scherper kenschotsten zich de groepen, bij de bepaling der betrekkelijke lichtsterkte in het minder breekbare gedeelte van het spectrum.

Ik bediende mij bij mijn eerste proeven van dien aard van een klein dubbel spectroscop met twee collimatoren fig. 1. Boven een vast spectrum *a* kon een tweede *b*

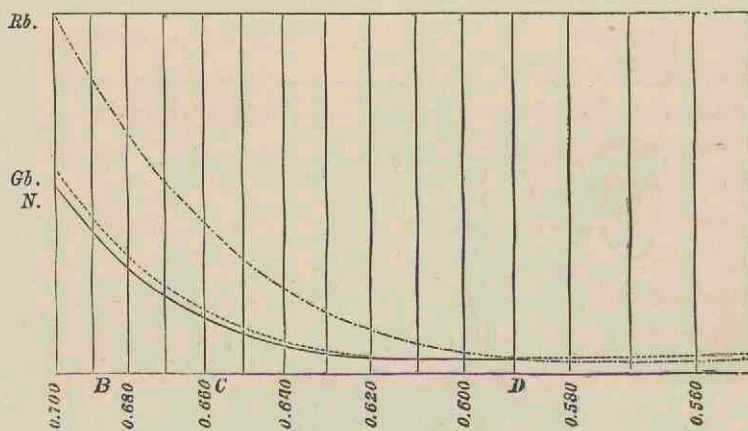
Fig. 1.



1) Zie van der Weijde. Methodisch onderzoek der kleurste-  
sels van kleurblinden. 1882, bl. 43 en v.

bewogen worden en in de oculair-spleet liet zich iedere kleur van het bewegelijke met een kleur van het vaste, de eene boven de andere gezien, vergelijken. Uit het vaste spectrum **a** koos ik geel, nabij D, een heldere genoegzaam verzadigde kleur, en vergeleek daarmede achtereenvolgens de minder breekbare kleuren, op verschillende punten, van D af tot nabij het einde van het spectrum, waarbij ze gaandeweg lichtzwakker worden. Men verwijdt telkens de spleet van den collimator B, tot de intensiteiten van **a** aan die van **b** gelijk zijn. Daarmede zijn dan de ware intensiteiten op ieder punt gevonden, als zijnde omgekeerd evenredig aan de gevorderde spleetwijdten. Deze intensiteiten leverden de krommen van fig. 2: Rb voor roodblinden, Gb voor groenblinden,

Fig. 2.



N voor normale oogen.

De kromme Gb is de gemiddelde van 8, Rb van 5 gevallen, die, meestal 2 of 3 tegelijk, bij gelijk licht onder gelijke omstandigheden werden vergeleken <sup>1)</sup>. Allen wer-

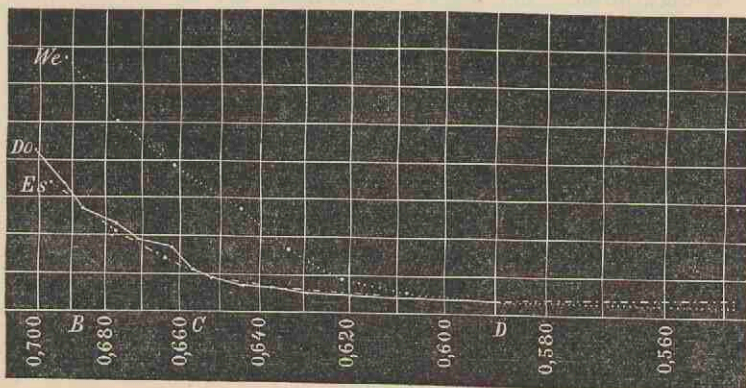
<sup>1)</sup> 't Is een vergissing, wanneer von Kries (l. c. S. 147) de

den op dezelfde figuur geteekend en vertoonden onmiskenbaar twee groepen van door elkander zich slingerende lijnen, die nauwelijks te ontcijferen waren en door den xylograaf niet te volgen, zoodat ik besloot, slechts de twee lijnen Rb en Gb (fig. 1) op te nemen, die midden door elk der groepen getrokken waren.

Tusschen die groepen kwamen slechts twee lijnen voor, omtrent welke het twijfelachtig mocht heeten, tot welke categorie ze behoorden.

Naast figuur 2 reproduceer ik, uit de dissertatie van v. d. Weijde, de krommen, bij een en dezelfde gelegenheid verkregen van v. d. Weijde We roodblind, van Escher Es groenblind, en van mij Do, normaal (fig. 3.) Kleurblinden maken de vergelijkingen nauw-

Fig 3.



keuriger (zie Rb en Gb) dan normalen (zie Do), omdat de te vergelijken kleuren bij genen slechts in toon, bij dezen ook in tint verschillen.

Ook naar de andere zijde, van D tot E, werden de

krommen van fig. 2 opvat, niet als gemiddelden, maar als bij slechts twee kleurblinden verkregen.



vergelijkingen voortgezet, waarbij aan het licht kwam, (men vergelijke de figuur), dat voor den roodblinde bij D het maximum van helderheid nog niet bereikt is.

Onbetwistbaar nu ligt in deze krommen het recht tot onderscheiding van twee klassen, zoogenaamde rood- en groenblinden. Ging ik bij de vergelijkingen uit niet van D, maar van E, dan daalde de intensiteits-kromme voor rood-blinden, in vergelijking met die der groen-blinden, naar de zijde van het rood nog aanmerkelijk sneller <sup>1)</sup>.

Aan deze uitkomsten sluiten zich de later over het geheele spectrum verkregen krommen der beide energieën bij een tal van kleurblinden, waarvan van der Weijde er twee mededeelde, gereduceerd op het interferentie-spectrum en op gelijke areas voor de beide energieën, met ordinaten, omgekeerd evenredig aan de spleetwijdten. Zij leeren bovendien, dat bij den groenblinde het maximum en ook de neutrale N (het kruispunt van de krommen der beide energieën) wat meer links verschoven is dan bij den roodblinde, wiens lichtsterkte van E tot F  $\frac{1}{2}$  G grooter is dan bij den groenblinde.

Ik meen hiermede genoeg gedaan te hebben, om rood- en groenblinden als twee verschillende typen te handhaven, kennelijk onderscheiden door den vorm der intensiteitskrommen hunner warme kleur.

Met die uitkomst is het schema van Hering, zooals wij zagen, onvereenigbaar.

1) Lord Rayleigh, Professor der experimenteele Physica te Cambridge, zou, naar von Kries l. c., bij het volgen derzelfde methode gelijke resultaten verkregen hebben. Bedoelt von Kries de proeven van Rayleigh, waarop ik later terug kom, dan kan ik de gelijkheid niet toegeven, noch wat methode noch wat de uitkomsten betreft.

En hoe zal hij verklaren, dat bij roodblinden niet slechts de sensatie van rood, maar *alle* lichtsensatie aan de linkerzijde van het spectrum zoo sterk wordt gereduceerd? Dat de zwart-witte substantie (om met Hering te spreken) niet ontbreekt, bewijzen de overige deelen van het spectrum, waar lichtsterkte en saturatie aan die van het normale oog gelijk zijn. En verschuiving kan Hering evenmin voor de kromme zijner zwart-witte substantie als voor die der fundamenteele kleuren van Young gedoogen.

Vol vertrouwen op de deugdelijkheid zijner theorie, stelde Hering zich voor later aan te toonen, hoe met de daaruit voortvloeiende verklaring der kleurblindheid alle tegenstrijdigheid zou verdwijnen. Zes jaren later, op de kleurblindheid terugkomende <sup>1)</sup>, na aangemaand te zijn zich nader te verklaren, blijft hij het antwoord schuldig en behoudt zich voor „die Verhältnisse des farblosen Sonderspectrums (dat der wit-zwarte substantie)” later uiteen te zetten. Alvast merkt hij op, dat in het spectrale rood „die weisse Valenz schon für den Farbentüchtigen klein ist”, en schijnt te verwachten, dat van die zijde nog een oplossing zal mogelijk blijken. Doch, daargelaten, of met die „kleine weisse Valenz” de wederzijdsche opheffing der „Gegenfarben” niet in gevaar komt, is het immers niet de vraag, of ze groot of klein is, maar hoe men uit het ontbreken van Hering's rood-groene substantie zal verklaren, dat zij in het eene (bij den groenblinde) groot, in het andere (bij den roodblinde) klein is, en hoe die kleine in overeenstemming te brengen zij met de blijkbaar normale „weisse Valenz” in het overige spectrum.

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

En thans, in zijne kritiek mijner verhandeling, zou hij de twee vormen tot „individuellen,” zegge „individuelen Verschiedenheiten der Roth-grünblinden” willen terugbrengen en maakt zich diets, dat deze „mit der eigentlichen Farbentheorie nicht mehr zuthun haben als die „individuellen Verschiedenheiten der Schwerhörigkeit mit „der Theorie der Tonempfindungen.”

Is dit wel doordacht? Zou Hering inderdaad van oordeel zijn, dat het in zich zelf volmaakt harmonische tweekleurenstelsel in gelijke betrekking staat tot het driekleurenstelsel als hardhoorendheid tot normalen gehoorzin? Ik kan het niet gelooven.

Trouwens, wanneer hij daarop laat volgen: „Es stände „schlecht um die Theorie der Gegenfarben wenn sie ohne „die Stütze die sie in der pathologischen Farbenblind- „heid gefunden hat nicht bestehen könnte”, zie ik daarin de erkenning, dat zijne theorie van de zijde der kleurblindheid geen steun te wachten heeft.

Overigens, blijve niet onopgemerkt, dat alléén het schema, 't welk de kleurblindheid uit het ontbreken der roodgroene substantie verklaart, niet de theorie zelve, door den kleurzin der kleurblinden wordt veroordeeld. Het beginsel van verklaring uit het defect van zekere energieën heb ik bestreden, waar het de fundamenteele kleuren van Young gold, en wat ik daar gezegd heb, vindt ook hier zijne toepassing. Ware de theorie van Hering op zich zelve houdbaar, haar verband tot de kleurblindheid zou niet te vergeefs gezocht worden.

## VI. Overzicht der kleurstelsels en onderling verband.

Onder de tweekleurenstelsels is de volkomenste vorm die der zoogenoemde *groenblindheid*.



Het spectrum heeft daarbij de normale uitgebreidheid, afgezien van een kleine depressie in de streek van het groen, ook de normale lichtsterkte, en de beide kleuren verkrijgen nabij de grenzen van het spectrum een saturatie, gelijkstaande met die van het normale stelsel.

Bij roodblinden hebben groenblinden voor, dat zij alle roode tinten in haar warme kleur ook helder zien, even helder als het normale oog.

Tusschen de groenblinden en normalen vindt men een tal van overgangen. Daartoe behooren, zoover de ervaring strekt, alle gevallen, waarin men zwakken kleurzin aanneemt. Men vindt er, waarin het nog twijfelachtig mag heeten, of er van een derde fundamenteele kleur wel reeds iets aanwezig is, anderen, die men zou geneigd zijn tot het normale stelsel terug te brengen, en ook in dit stelsel zijn nog verschillende trappen van volkomenheid te onderscheiden. Ik kom met nieuwe waarnemingen daarop nog terug.

Als kenmerk van het zuivere tweekleurenstelsel nemen wij aan, dat alle warme en evenzoo alle koele tonen door wijziging der lichtsterkte en der saturatie aan elkander kunnen worden gelijk gemaakt, en dat uit ieder paar, waarvan de eene tot de warme, de andere tot de koele behoort, door vermenging in bepaalde proportie het neutrale wit kan worden verkregen. Voor die beide soorten van vergelijkingen leent zich vooral het ophthalmospectroscop van Glan <sup>1)</sup>. Treffend is het, met welke juistheid en overtuiging door velen geel, rood en groen worden onderscheiden en voor verschillende kleuren gehouden, terwijl toch de gezegde vergelijkingen blijken op te gaan

---

1) Verg. Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879. Berlin 1880. S. 394.

en een zuiver tweekleurenstelsel aan het licht brengen. Men vraagt zich af, of dergelijke kleurblinden in verschil van saturatie en van helderheid niet tevens meer verschil van *kleur* zien dan het normale oog. Doch, hoe dit zij, men heeft zich aan het genoemde criterium te houden, omdat er wel geen beter te vinden is. In den regel wordt het bevestigd door den colorimeter van Rose.

Om de overgangen van groenblind tot het normale stelsel nader te bepalen, werd in een tal van gevallen de gevoeligheid vergeleken voor de overgangen van groen tot geel. Ik maakte daartoe gebruik van twee dubbel-prismen <sup>2)</sup>, naast elkander verschuifbaar voor een door mat glas geslotene naar den hemel gekeerde spleet, ieder dubbelprisma samengesteld uit twee lange vocht-prismen, het eene met de basis naar boven, het andere naar beneden gekeerd, het eerste met een groene (geconcentreerde oplossing van zwavelzuur nickel), het andere met een gele vloeistof (naar eisch verdunde oplossing van bichromas kalicus) gevuld, en bij verschuiving dus alle overgangen van geel tot geelgroen in de spleet vertoonende. De methode beantwoordde volkomen aan het doel. Het bleek, dat bij zwakken kleurenzin de gevoeligheid voor overgangen van groen tot geel, van 4 tot 10 en meermalen kleiner zijn kan, dan in het normale stelsel. Verder bleek, dat ook bij normalen kleurzin in dat opzicht nog groote verschillen bestaan. Een vermindering dier gevoeligheid tot op de helft gaat in het leven onopgemerkt voorbij.

Hiermede mocht men bewezen achten, dat er tragsgewijze overgangen bestaan van het twee-kleurenstelsel der zuivere groenblinden tot het normale. Ten aanzien

---

1) Verg. Onderzoekingen physiol. labor. 3<sup>e</sup> reeks. D. VII. p. 140.

van gevoeligheid voor licht, van verzadiging, althans van de uiterste fundamenteele kleuren, en van gezichtsscherpte is in al die vormen geen wezenlijk verschil op te merken.

Met die overgangen staat ook de bevinding van Lord Rayleigh<sup>1)</sup> in verband, dat, om uit spectraal rood en groen, spectraal geel te vormen, de gevorderde proportie tusschen rood en groen bij verschillende personen zeer uiteenloopt. Een mengsel, dat voor de groote meerderheid weinig van het spectrale geel afweek, was voor eenige weinigen „hopeloos” rood. Om geel te verkrijgen, moest de hoeveelheid groen meer dan verdubbeld worden. Aan kleurblindheid, zoo meende Lord Rayleigh, was daarbij niet te denken. Men zou veeleer twee typen van normalen kleurzin hebben te onderscheiden.

Bij herhaling van dit onderzoek, waaraan o. a. Dr. Waelchli, Dr. Sulzer en Dr. Burnham deelnamen, kozen wij het rood der Lithiumlijm ( $\lambda = 0.6705$ ) en het groen der Thalliumlijm ( $\lambda = 0.535$ ), om daaruit het geel der Natriumlijm, ( $\lambda = 0.589$ ) te vormen, daarbij gebruik makende van kunstlicht, waarin de strepen van Fraunhofer ontbreken en dus geen verduistering geven.<sup>2)</sup>

Daarbij nu is gebleken, dat voor normale oogen, de gevorderde proportie eenige speling heeft, ongeveer tusschen 24 en 31 % Tl-groen, resp. op 76 en 69 % Li-rood. Bij Dr. Sulzer stond het linkeroog aan de eerste, het rechteroog aan de laatste grens, en helde voor 't linker oog het Natriumgeel eenigszins naar oranje over. De waarschijnlijke fout voor ééne waarneming bedroeg minder dan 0.5 %.

1) Nature. 1881. p. 64.

2) Bijzonderheden volgen in mededeelingen van Dr. Waelchli en anderen.



Al deze gevallen tellen tot die, waarvan Lord Rayleigh zegt, dat de verschillen binnen de grenzen der waarnemingsfout gelegen zijn, behooren dus tot zijne eerste categorie. Maar buiten deze troffen wij er aan, die tot zijn tweede categorie te brengen zijn, gevallen, waarin de proportie van 1 tot 3 voor die van 1 tot 1 en minder had plaats gemaakt. In die gevallen was nu echter de kleurzin ook geregeld meer of minder onvolkomen. Het bleek al aanstonds, dat wie de oude pseudo-isochromatische tafels van Stilling, voor 't onderzoek van rood- en groenblinden, niet gemakkelijk ontcijferde, mocht worden ondersteld tot de tweede categorie van Rayleigh te behooren, en met behulp dier tafels waren er nu spoedig een twintigtal gevonden. De onvolkomenheid was soms uiterst gering, maar bij opzettelijk onderzoek toch altijd te constateeren. In andere gevallen naderde zij tot de volkomen groenblindheid, waarmede Thallium-groen en Na-geel nagenoeg gelijk worden en de vergelijking dus een groote speling toelaat.

Wij hebben hier alzoo te doen met overgangsvormen van kleurblindheid, en wel van zoogenoemde groenblindheid tot het normale stelsel, waarmede de mindere gevoeligheid voor overgangen van geel tot groen, waarop ik boven wees, samenhangt.

Aan het stelsel der groenblinden sluit zich dat der *roodblinden*.

Zooals wij ons herinneren, kenmerken de roodblinden zich daardoor, dat zij betrekkelijk ongevoelig zijn voor de weinig breekbare stralen van het spectrum. Overigens is, afgezien van den kleurenzin, het roodblinde oog, evenals 't groenblinde, in allen deele normaal. De iets achterlijke gevoeligheid voor licht, die ik in een paar

gevallen constateerde, mag immers niet als stoornis gelden. In 't spectrum beantwoordt de neutrale lijn voor rood- en groenblinden nagenoeg aan dezelfde golflengte. <sup>1)</sup> Een blik op de krommen der beide energieën, gereduceerd op het interferentie-spectrum en op gelijke areas, maakt een en ander aanschouwelijk. <sup>2)</sup>

Dat rood- en groenblindheid verschillende typen zijn, werd boven genoegzaam in het licht gesteld. Inderdaad is 't voldoende, bij een dozijn kleurblinden, de krommen der energieën of ook slechts de verhouding der licht-intensiteiten van Na-geel tot Li-rood en Tl-groen in 't spectrum uit dezelfde lichtbron te bepalen, om zich te overtuigen, dat ze zich in twee groepen scharen. Op de vraag der overgangen tusschen rood- en groenblindheid komen wij nader terug.

Als derde vorm van twee-kleurenstelsel, zijn gevallen geboekt van zogenaamde *violetblindheid*, door Stilling <sup>3)</sup>, die ze het eerst beschreef, en door Cohn <sup>4)</sup> als blauw-

1) König (Verhandl. der physik. Gesellschaft in Berlin 1883) vond in een klein aantal gevallen voor de plaats van N geen verschil tusschen rood- en groenblinden. Onlangs bepaalde ik N weder afwisselend bij vijf kleurblinden en vond daarvoor  $\lambda = 0.5022, 0.501, 0.5003, 0.4982, 0.5002$ . Ook hier onderscheidt de laatste, een roodblinde, zich niet van de overige. Zoo dikwijls heb ik echter gezien, dat, bij vergelijking onder dezelfde omstandigheden, een roodblinde de neutrale van een groenblinde warm (groenachtig), deze die van een roodblinde koel (blauwachtig) vond, dat ik niet twijfelen kan, of in den regel ligt N van den groenblinde op iets grooter golflengte.

2) Vgl. v. d. Weijde. Onderzoekingen laboratorium D.VII bl. 1.

3) Stilling. Ueber das Sehen der Farbenblinden, mit vier Doppeltafeln in Oeldruck. Cassel 1880. p. 52 en elders.

4) H. Cohn. Studien über angeborene Farbenblindheit. Breslau 1879. S. 139 u. f., voorts S. 235.

geelblindheid opgevat. Op den indruk van geel en blauw zouden de contrast-kleuren uitblijven, en groen en blauw alsmede karmijn en rood worden met elkander verward. De vorm is zeldzaam. Slechts één geval had ik gelegenheid te onderzoeken. Het kenmerkte zich dáárdor, dat het breekbaarste geel en het groengeel zich in het spectrum van diffuus licht kleurloos vertoonen. Die breede neutrale band wijst reeds op de geringe saturatie der kleuren, in den regel aan de violetblindheid eigen. Daarbij is het spectrum aan de violette zijde lichtzwak, resp. verkort. Van den neutralen band stijgt aan beide zijden de saturatie tot aan de grenzen van het spectrum, terwijl aan de warme zijde de intensiteit onmiddellijk, aan de koele eerst na een korte stijging begint te dalen.

In deze feiten, met het spectroscop gemakkelijk te constateeren, ligt nu alles opgesloten, wat omtrent kleursverwisseling bij violetblinden is vermeld. Verwisseld worden rood, oranje en oranjegeel, omdat ze, aan dezelfde zijde van den neutralen band gelegen, in één en dezelfde (warme) kleur worden gezien. Verwisseld worden groen en blauw, omdat beide behooren tot de koele kleur, die zich aan de andere zijde van den neutralen band uitbreidt. Worden geel en geelgroen niet herkend, het is, omdat ze samenvallen met de neutrale, die kleurloos, grijs gezien wordt. En is de inmenging van sterk breekbaar blauw niet merkbaar, de oorzaak daarvan ligt in diens geringe lichtsterkte. Inderdaad is dergelijk blauw ook in het spectrum bijna zwart, en vertoont het bleeke hemelblauw zich als het grijs der wolken. Wegens die donkerheid wordt, in het *gemengde* violet, ook het blauw zeer licht door het daarin aanwezige rood overstemd en neemt dat violet een eenigszins warmen toon aan, die het kennelijk van het koele blauw onderscheidt.



Eindelijk moeten karmijn en vermillioen gelijk zijn, omdat het in 't karmijn schuilende blauw (als complement van het rood) hoogstens het rood een weinig doet verbleeken.

Hering zoekt verband tusschen de verwisseling van rood en groen, bij de rood- en groenblinden, en die van geel en blauw bij de violetblinden. De eerste zou afhangen van het ontbreken der rood-groene, de laatste van dat der geelblauwe substantie: zij zijn blauw-geelblinden, de tegenstelling zijner rood-groenblinden.

Zoodanig verband erken ik niet. Rood en groen worden verward, omdat ze beide aan de warme zijde van de neutrale liggen; geel en blauw, daarentegen, omdat ze beide kleurloos zijn, het geel wegens zijne ligging in de neutrale, het blauw om zijn geringe lichtsterkte. De verwarring van geel en blauw bestaat dan ook slechts bij zwak licht. Bij sterk licht komen blauw en ook het meeste geel tot hun recht en kenmerken zij zich zelfs als contrasten. Zoekt men bij violetblinden het analogon der verwarring van rood en groen, waaraan én rood- én groenblinden zich schuldig maken, men vindt het in de verwisseling van groen en blauw, die beide aan de koele zijde der neutrale liggen, in die van oranje en rood, aan de warme zijde der neutrale gelegen, of, bij de rood- en groenblinden zelve, in de verwarring van blauw en violet.

Dikwijls wordt een geelgroen, hoewel voor ons oog gelijk aan het spectrale geelgroen, dat tot den neutralen band van den violetblinde behoort, door dezen als groen of blauw herkend: in dat zoogenaamd geelgroen is dan, naast het geel, een meer breekbaar groen bevat, dan dat van den neutralen band. In 't algemeen — men verlieze dit niet uit het oog — oordeelen kleurblin-

den over gelijkheid en ongelijkheid van spectrale en gemengde kleuren anders als het normale oog.

Violetblinden noemen de meeste kleuren rood of groen, blijkbaar, omdat ze van ons helder rood en groen den sterksten indruk ontvangen; maar zij spreken ook wel van blauw of geel, waar zij in zekere graden van helderheid of saturatie daartoe aanleiding vinden.

Werkelijk gezien werden, in een door Holmgren <sup>1)</sup> beschreven merkwaardig geval van eenzijdige violet-blindheid, de warme kleur als een rood, dat iets naar 't karmijn overhelt, „overeenkomstig”, zegt Holmgren, „met het uiterste rood van het spectrum”, en de koele als een groen, een weinig overhellende naar het blauw. Holmgren bepaalde die kleuren, door de met het kleurblinde oog in het spectrum waargenomene kleuren in die van wollen strengen, met het andere oog gezien, te laten aanwijzen. Die fundamenteele kleuren werden van de neutrale af (in het geelgroen, een weinig voorbij D) tot aan de respectieve grenzen van het spectrum gezien, de warme zoover als het respectieve rood voor het normale oog, de koele „mit zunehmender Sättigung und dann mit immer dunkler werdenden Nuanen, bis zum Anfang des Violets, wo das Spectrum „absolut aufhört (etwa bei der Fraunhofer'schen G).” De beperking was dus ook aan de violette zijde betrekkelijk gering <sup>2)</sup>. Van mindere saturatie, die door vergelijking

1) Centralblatt f. d. mediz. Wissenschaften. 1880. B. XVIII. S. 898 u. 813.

2) Stilling (Centralblatt f. Augenheilkunde. 1878. S. 99) beschrijft een geval van blauwgeelblindheid, waarin aan de violette zijde alle beperking zou ontbreken. De lichtindruk was echter reeds in het blauw uiterst gering en kleurloos, wat wel het vermoeden wettigt, dat diffuus licht in het spel was, 't welk vooral nabij

met de kleuren van het andere oog zou zijn gebleken, wordt in dit geval niet gerept; ook de smalle neutrale streep, die 't spectrum vertoonde, wijst reeds aan, dat de saturatie hier niet gering was.

Dr. Da a e, uit Christiania, deelt ons mede, dat in elk der drie gevallen van blauwgeelblindheid, die hij, op zijne rondreis gelegenheid had te zien, resp. bij C o h n, M a g n u s en S t i l l i n g, tevens een meerdere of mindere graad van roodblindheid te constateeren was. Dit kan ons niet bevreemden. Immers het spectrum schijnt in den regel niet slechts aan de violette, maar ook aan de roode zijde verkort, hetgeen, gevoegd bij de ligging van den neutralen band, het gebied der warmet inten zeer beperkt.

In het door mij waargenomen geval bedroeg, bij quantitative bepaling met doervallend licht, de kleurzin voor rood ook slechts  $\frac{1}{3}$ , die voor groen nog iets minder. De gevoeligheid voor wit licht bleek, na adaptatie voor het duister, insgelijks op  $\frac{2}{3}$  gereduceerd. Ook in het gewone daglicht, met kleine gekleurde schijffjes op zwart fluweel, bleken lichtindruk en kleurindruk bij die van het normale oog veel achter te staan. De afstanden, waarbij

---

de grenzen van het spectrum, bij 't gebruik van minder volkomen werktuigen, ons zoo licht parten speelt. Ook worden nadere bewijzen gevorderd, om te kunnen gelooven, dat de roode kleur, die, bij groote intensiteit van het spectrum op de plaats van het violet zou gezien zijn, werkelijk door de meest breekbare stralen van het spectrum was voortgebracht. Intusschen zijn de uitspraken van S t i l l i n g (Ueber das Sehen der Farbenblinden. Cassel 1880. S. 51 en 52) over de kleur van het spectrale violet enz. uitsluitend op dit ééne geval gebouwd. In gemengd violet krijgt het rood, zooals wij zagen, wegens de donkerheid van het blauw, licht de overhand; maar er is geen grond in spectrale violet, dat trouwens niet eens gezien wordt, hetzelfde te wachten.



licht en kleur onderscheiden worden, voor het normale oog op 1 gesteld, waren voor het kleurblinde:

| Werkelijke kleur. | Indruk van licht. | Indruk van kleur. | Gegeven naam. |
|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| donker rood       | 0.5               | 0.2               | rood          |
| hel rood          | 0.67              | 0.5               | rood          |
| rood oranje       | 0.33              | 0.5               | rood          |
| oranje            | 0.5               |                   | grijs         |
| geel              |                   | 0.1               | grijs         |
| geelgroen         | 0.5               | 0.1               | grijs         |
| blauw             | 0.33              | 0.1               | blauw         |
| blauw             | 0.5               | 0.3               | blauw         |
| violet            | 0.5               | 0.25              | ?             |

Deze verminderde gevoeligheid voor licht- en kleur-indrukken is misschien voldoende, om de schijnbare verkorting van het spectrum te verklaren, die toch in 't algemeen slechts een relatieve is, d. i. geldende voor een gegeven lichtsterkte

De slotsom nu is, dat de violetblindheid, hare plaats onder de tweekleurenstelsels kan vindiceeren. Al die stelsels hebben dit met elkander gemeen, dat twee complementaire kleuren, een koele en een warme, zich naar de resp. uiteinden van het spectrum met verminderende intensiteit tot de grootste saturatie ontwikkelen, dat, waar omstreeks het midden de complementaire tegen elkander opwegen, de kleur verdwijnt en voor een neutrale streep plaats maakt, dat al wat aan de eene, al wat aan de andere zijde dier neutrale streep gelegen is, zich in eene en dezelfde kleur, resp. de warme en de koele, oplost, en dat de kleuren genoemd worden, zooals normalen ze noemen, ter plaatse, waar ze voor den kleurblinde het

meest kenmerkend ontwikkeld zijn. Onderscheiden van rood- en groenblindheid is de violetblindheid hoofdzakelijk dáárdoor, dat, bij de geringe lichtsterkte en saturatie aan de meer breekbare zijde van het spectrum, de neutrale lijn aanmerkelijk naar de roode zijde is verschoven en, bij de geringe ontwikkeling der kleuren, een breeden band vormt, die een groot deel van 't geelgroen en het aangrenzende geel inneemt.

Een vierde vorm is de *Achromatopsie*. Op de bijeenkomst der Ophthalmologischen Gesellschaft te Heidelberg, in 1873, deelde ik een geval mede, betreffende den Heer d'E., van absoluut gemis aan kleurenzin.

1. Alle gekleurde glazen, voor de oogen gehouden, werkten als grijze: zij temperden het licht. Later vond ik gelegenheid <sup>1)</sup>, ook de grenzen van het spectrum en zijn intensiteitskromme te bepalen. Die kromme, op het interferentie-spectrum gereduceerd, is zeer regelmatig, bijna symmetrisch, langzaam stijgende van  $\lambda$  0.646 (ongeveer  $\alpha$  Fraunhofer), eindigende bij  $\lambda$  0.402 ( $h \frac{1}{2}$  H) en het maximum vertoonende in het groen, tusschen  $\lambda$  0.517 en  $\lambda$  0.530: het van diffuus licht verkregen zichtbare spectrum is dus aan beide zijden iets beperkt. Met de kleurblindheid gaat gepaard eene vermindering der gezichtscherpte op het rechteroog tot  $\frac{4}{24}$ , op het linker tot  $\frac{6}{60}$ , met myopie resp. van  $3\frac{1}{2}$  en  $4\frac{1}{2}$  dioptricën. Voorts bestaat een groote gevoeligheid voor helder daglicht (niet voor gewoon kunstlicht, zelfs niet voor electrisch licht), waartegen d'E zich door grijze of gekleurde glazen of door

1) Onderz. D. VII. bl. 95.

2) Een broer en zuster hebben normale oogen. Gevallen van kleurblindheid zijn in de familie niet bekend.

het knijpen der oogleden beschermt. Hij kan lezen en schrijven, uren lang (als myoop, zonder bril), langer zelfs dan de meesten met normale oogen, zonder eenige stoornis of vermoeidheid, maar alléén bij kunstlicht of getemperd daglicht: bij daglicht, dat normale oogen het best voldoet, verbleeken en verdwijnen voor hem de letters, — het werkt verblindend. Bij een geringen graad van alterneerend scheelzien, gebruikt hij bij voorkeur het rechter oog, dat, scherper ziende, ook niet zoo spoedig verblind wordt. Met de gevoeligheid voor sterk licht is een zekere mate van torpor verbonden: na adaptatie in het duister, behoeft hij, om een wit kaartje of de figuren in het kastje van Forster te herkennen, twee of driemaal de lichtsterkte, die voor een normaal oog voldoende is. De oogen liggen diep en schijnen klein, maar hebben de normale dimensies; de cornea evenwel is iets kleiner dan gemiddeld. De media en de fundus zijn normaal, alleen de papillae meer grauw en minder rood dan gewoonlijk en voorzien met den atrophischen rand der myopen. Geen beperking van 't gezichtsveld.

2°. Een soortgelijk geval als bij den Heer d'E. zag ik toevallig bij mijn vriend Critchett te Londen, waar de geheele physiognomie, — de houding van het hoofd, het knijpen der oogleden, het zoeken naar getemperd licht — mij aan den Heer d'E. herinnerde, en ook werkelijk bleek absolute kleurblindheid te bestaan.

Deze gevallen nu zijn gebleken typisch te zijn. Velen zijn er beschreven, die, al bleven sommige punten onvermeld, blijkbaar tot deze kategorie behooren. De kenmerken zijn: absoluut gemis aan kleurenzin; eenigszins beperkt spectrum, met grootste helderheid nabij het midden; verminderde gezichtsscherpte, en groote gevoeligheid voor daglicht (niet voor kunstlicht), gepaard



met een lichten graad van torpor, na adaptatie in het duister. Veelal vindt men ook nystagmos opgeteekend, waarvan in 1 aan den fundus oculi ook met oogspiegel geen spoor te bekennen was. De papillae nervi optici soms wat atrophisch; de fundus overigens normaal.

Tot dezen typus behooren twee gevallen, door Raehlmann beschreven 1):

3. Absolute kleurblindheid; spectrum aan beide zijden verkort, grootste helderheid in 't midden; gezichtsscherpte slechts  $\frac{1}{5}$ ; blijvend ziende bij matig, verblind door sterk licht; geringe graad van nystagmos.

4. Broeder van 3, absoluut kleurblind; gezichtsscherpte  $\frac{1}{3}$ ; bij nader onderzoek van 't spectrum (methode Raehlmann) blijkt de gevoeligheid voor licht overal verminderd te zijn, het meest in het rood en violet: dus zekere graad van torpor en beperking van 't spectrum aan beide zijden, met de grootste helderheid in 't midden.

5. Een geval van Magnus 2), betreffende Fräulein C. S.: absoluut kleurblind; gezichtsscherpte op rechteroog  $\frac{1}{8}$ , op linkeroog  $\frac{1}{5}$ ; grootste helderheid in 't geel, sneller dalend naar 't rood dan naar 't violet; geen merkbare verkorting van 't spectrum (?); sterke lichtschuwheid (nyctalopie); verminderde gevoeligheid voor zwak licht (in zooverre verkorting van het spectrum); verschijnselen van nystagmos; fundus normaal. — Van 8 kinderen, behalve Fräulein C. S., de twee oudste broers, volgens haar zeggen, kleurblind als zij, de ééne daarbij zeker lichtschuw.

6. en 7. Twee gevallen van Edmond Rose 3), betreffende „lineaire Daltonisten”, K. en Z. Uit de kleur-

1) Graefe's Archiv. B. XXII, 1, S. 47.

2) Centralblatt für praktische Augenheilkunde. 1880. S. 373.

3) Archiv für Ophthalmologie. B. XII. 2. S. 98.

vergelijkingen blijkt, dat zij (naar onze opvatting) absoluut kleurblind zijn en rood en blauw betrekkelijk donker zien. *K.* ziet in zwak licht beter dan in het; *L.* heeft een broeder, aan gelijken vorm lijdende.

8. Een geval van Galezowsky <sup>1)</sup>: volslagen kleurblindheid; verminderde gezichtsscherpte; nystagmos.

9—12. Vier gevallen van Landolt <sup>2)</sup>: absolute kleurblindheid, met lichtschuwheid, bleeke papillae nervi optici en verminderde gezichtsscherpte.

13 en 14. Twee gevallen uit de praktijk van Bowman, mij onlangs schriftelijk meêgedeeld door Dr. Brailey:

Henny L, volslagen kleurblind, gezichtsscherpte  $\frac{6}{36}$ , leest met convexe glazen, het best bij zeer zwak licht; pupillen wijd, bijna onbewegelijk; linkeroog een weinig divergent; verdraagt geen sterk daglicht, wel gaslicht; lichte graad van nystagmos, in verticale richting; fundus bleeker dan bij de donkere complexie te wachten was, overigens, evenals de papillae, in allen deele normaal. — Treffend is de overeenkomst van 13 met 1.

Een jongere broeder verkeert in denzelfden toestand.

In al deze gevallen is de analogie met het door mij beschrevene onmiskenbaar. Overigens vestig ik op twee punten bijzonder de aandacht:

- 1°. dat vrouwen er niet zelden door zijn aangedaan.
- 2°. dat de aandoening vaak bij broeders en zusters voorkomt.

Een en ander wordt nader bevestigd door een belang-

1) Du diagnostic des maladies des yeux par la chromatoscopie rétinienne. Paris 1868.

2) A manual of Examination of the Eyes, by Dr. E. Landolt, translated by Swan M. Burnett, M. D. Philadelphia. 1879. p.p. 190, 191.

rijke bijdrage van Edmond Nettleship <sup>1)</sup>. Zijne gevallen kenmerken zich door dezelfde verschijnselen als de onze, maar voeren ook nog verder op pathologisch gebied. Zij betreffen vijf families:

|         |        |             |                                      |
|---------|--------|-------------|--------------------------------------|
| Familie | I F.   | 11 kinderen | 6 gevallen.                          |
| "       | II G.  | 5           | " 1 "                                |
| "       | III P. | 6           | " 4 "                                |
| "       | IV C.  | 3           | " 3 "                                |
| "       | V G.   | 10          | " { 1 zeker,<br>2 onzekere gevallen. |

Onder de 15 gevallen werden 5 bij vrouwelijke, 7 bij mannelijke personen aangetroffen; bij 3 werd het geslacht niet vermeld.

Dat hier erfelijkheid in het spel is, wordt nader bevestigd door het voorkomen van soortgelijke gevallen in collaterale takken van twee dier families.

In de eerste familie, merkwaardig door het groot aantal gevallen, is, zooals Dr. Brailey mij mededeelt, de vader van Iersche, de moeder van Joodsche afkomst, beiden met normaal gezichtsvermogen; maar onder de voorouders van den vader kwamen gevallen van kleurblindheid voor.

Nettleship deelt mij mede, dat hij, na de bovengenoemde, nog twee families te zien kreeg met gevallen als de hier vermelde:

|         |                |             |            |
|---------|----------------|-------------|------------|
| Familie | VI Duitschers, | 4 kinderen, | 2 zusters  |
| "       | VII            | "           | 2 zusters. |

In deze beide families zijn de ouders volle neef en nicht, die in III en IV waren „second-cousins.”

In al die gevallen nu vinden wij volslagen of nagenoeg

1) On cases of congenital day-blindness with colour-blindness; reprinted from St. Thomas Hospital Reports. No. X. 1880



volslagen kleurblindheid, in verband met verminderde gezichtsscherpte, tot algeheele blindheid toe, een zekeren graad van dagblindheid en veelal nystagmos, dus de gewone typische verschijnselen; maar bovendien niet zelden stoornis der intellectueele vermogens, tweemaal zelfs volkomen idiotisme 1). Het verband, waarin de volslagen kleurblindheid hier optreedt, laat wel geen twijfel over omtrent hare pathologische natuur. — In vele gevallen waren de middenstoffen doorschijnend en de fundus normaal, in andere waren de papillae bleek, ook vlokken en lichte veranderingen aan den fundus te zien. Nettleship onderstelt, dat een ontstekingsachtige aandoening der gezichtszenuwen (in enkele gevallen zich tot in het oog voortzettende), waarvan het proces waarschijnlijk reeds bij de geboorte was afgelopen, aan allen ten gronde ligt.

Belangrijk is nu de vraag, of buiten deze pathologische type ook gevallen voorkomen van volslagen kleurblindheid, die een meer normaal karakter hebben, of achromatopsie bestaan kan zonder stoornis der functie, zonder verminderde gezichtsscherpte, zonder lichtschuwheid. In mijnen kring werd geen geval van dien aard gezien; mijne buitenlandsche vrienden waren niet gelukkiger. En de litteratuur heeft niets aan te wijzen als het door Becker vermelde geval, waarin de kleurblindheid zich tot één oog bepaalde, en dat, op de boven (bl. 69) aangegeven gronden, mij problematisch voorkomt. In den atlas van Stilling 2) meende ik een

1) In een postscriptum maakt Nettleship nog van een familie gewag, waarvan twee of drie leden bij kleurblindheid en dagblindheid retinitis pigmentosa vertoonden, met concentrische beperking van 't gezichtsveld. Het is de vraag, of deze wel tot denzelfden typus kunnen gerekend worden.

2) Ueber das Sehen der Farbenblinden. Cassel. 1880.

tweede geval aan te treffen; maar uit den tekst der brochure is mij gebleken, dat het geen ander is als het reeds genoemde van Becker. In het geheel vinden wij bij Stilling slechts van drie gevallen melding gemaakt, en daarvan heeft het eerste van tafel IV *b.* betrekking tot verkregen kleurblindheid en is IV *a.* gecompliceerd met amblyopie. Taf. IV *b.* is dat van Becker. Ziedaar alles. Stilling maakt in grijs de lichtsterkten, waarin *pigmenten* worden gezien: wat wij behoeven zijn lichtsterkten, als functie der golflengte, nergens met het dubbelspectroscop zoo gemakkelijk te verkrijgen als bij achromatopsie.

Hiermede is een overzicht gegeven van hetgeen door waarneming en onderzoek omtrent de verschillende kleurstelsels is aan 't licht gebracht.

Beproeven wij thans, ze naar hun onderling verband in *een opklimmende reeks* te rangschikken, dan zouden wij wenschen, die reeks met een zuiver homogenen lichtzin te kunnen openen. Maar wij missen daartoe het recht. Al de medegedeelde gevallen, verre van den stempel van ontwikkelingsvormen te dragen, verraden kennelijk hunnen oorsprong uit ziekelijke processen. Het besluit schijnt gewettigd, dat gevallen van gezonden lichtzin, met totaal gemis aan kleurzin, onder het levend menschengeslacht niet voorkomen.

Ook de violetblindheid achten sommigen van verdacht allooi: ik zou bijna zeggen, ten onrechte. Evenals rood- en groenblindheid, bezit ze hare twee fundamenteele kleuren, in het spectrum door een breede neutrale streep gescheiden, en ik meende daarom gerechtigd te zijn, ze, naast de beide genoemde, onder de normale stelsels op te nemen. Wel is waar, was in het door mij be-

schreven geval, en wel ook in anderen, die omtrent dat punt niet werden onderzocht, de gevoeligheid voor licht verminderd: naardien echter de gezichtsscherpte in den regel normaal is en, buiten den onvolkomen kleurensin, van stoornis van 't gezichtsvermogen geen sprake is, hoegenaamd, moge men aan deze zuiver quantitative afwijking geen te groote beteekenis hechten. Wat haren pathologischen oorsprong zou kunnen bewijzen, de aansluiting nl. aan de gevallen van absolute kleurblindheid, wier pathologische natuur gebleken is, wordt juist gemist: er komen in sommige der bovenvermelde familiën, naast de gevallen van volkomen achromatopsie, zoodanige voor, waarin de kleurzin niet geheel is uitgedoofd; maar toenadering tot den vorm der violetblindheid is daarin niet te bespeuren. En, omgekeerd, worden stoornissen, als verminderde gezichtsscherpte, lichtschuwheid, nystagmos e. a., die de gevallen van achromatopsie en de daaraan verwante vormen plegen te vergezellen, in de violetblindheid niet aangetroffen. Wel is waar, ontbreekt ons, naast het negatieve argument, pleitende tegen den pathologischen oorsprong, het positieve, dat in een verband tot rood- of groenblindheid, uit erfelijk voorkomen in dezelfde familiën gebleken, zou gelegen zijn; maar een gewichtig criterium heeft violetblindheid, en wel in tegenstelling met achromatopsie, alvast met rood- en groenblindheid gemeen, dat ze nl. uitsluitend <sup>1)</sup> bij mannelijke individuën voorkomt.

De slotsom is, dat wij ons oordeel over een nadere be-

1) Juist in de twee gevallen, bij vrouwen waargenomen, bestonden ziekelijke afwijkingen, in dat van Stilling aandoening der chorioïdea en vlokken in het glasvocht, met amblyopie, in dat van Cohn (gerekend tot zijne gevallen van totale Farbenblindheit (l. c. no. 154 S. 25) een hooge graad van amblyopie.



trekking der violetblindheid tot rood- of groenblindheid nog moeten opschorten. Er komen in de literatuur gevallen voor, waarbij niet veel meer vermeld is dan kleurverwisselingen. Ik heb meer bepaaldelijk het oog op zoodanige als door Cohn tot „de totale Farbenblindheit” gebracht worden, waaronder hij geenszins eene absolute achromatopsie verstaat, maar veeleer, naar het schijnt, een algemeene stoornis in het onderkennen van kleuren. Onder die gevallen schuilen wellicht de overgangen, die wij zoeken; maar dit zal eerst kunnen blijken, wanneer het spectrum, wat kleur en intensiteit betreft, daarin nauwkeurig zal zijn bestudeerd, en met het dubbelspectroscop de noodige vergelijkingen zullen zijn verkregen.

Overgaande tot de rood- en groenblindheid, betreden wij een meer bekend gebied. Het onderling verband dier vormen, zoowel als hunne verhouding tot het normale stelsel, werd veelvuldig onderzocht. Bij het frequente voorkomen van beide, stond de gelegenheid daartoe gemakkelijk open. Maar aan bruikbare spectraalvergelijkingen bleven wij toch arm. 't Was gebleken, dat niet alleen de samenstelling, maar ook de intensiteit van het licht een grooten invloed heeft op die vergelijkingen. Zoolang men nu niet telkens over licht van gelijke samenstelling en intensiteit beschikken kon, lieten alléén de uitkomsten, bij dezelfde gelegenheid met hetzelfde licht verkregen, zich onderling vergelijken. Zoo was men niet zonder moeite in 't bezit gekomen der krommen, die het verband tusschen rood- en groenblindheid en beider betrekking tot het normale stelsel in 't licht stelden. Met de boven (blz. 87) vermelde inrichting <sup>1)</sup>, die een

---

1) Voorloopig beschreven in Proc.-verb. van 28 April 1883 der K. Akad. van wetenschappen.

genoegzaam constant licht te allen tijde beschikbaar stelde, was nu het bezwaar opgeheven.

Die inrichting werd oorspronkelijk getroffen, om de bewering van Lord Rayleigh te toetsen, dat, onder oogen van het normale stelsel een zeker aantal gevonden wordt, die, om uit rood en groen geel te vormen, eene geheel ongewone proportie dezer componenten vorderen. Die bevinding werd, zooals wij zagen, bevestigd, met dien verstande evenwel, dat de oogen, die in de vergelijking zooveel meer groen eischten dan de overige, niet tot het normale stelsel behooren, maar een zwakken kleurzin hebben, den overgang vormend van de groenblindheid tot het normale stelsel 1).

De vraag deed zich nu op, of de groote afwijking in de gevorderde proportie der componenten eenvoudig in verschillen van hunne respectieve intensiteiten te zoeken ware. Als componenten bezigde ik het rood en groen, resp. aan de strepen van Li en Tl beantwoordende. Ik had dus bij normalen en zwakken kleurzin de verhouding te kennen der intensiteiten van Li-rood en Tl-groen; en deze werd gevonden, door voor ieder afzonderlijk de hoeveelheden te bepalen, die gelijk stonden met de intensiteit van een gegeven hoeveelheid Nageel. Die verhouding nu bleek voor normalen en voor zwakken kleurzin, en eveneens voor groenblinden, weinig uiteen te loopen, en het was daarmede uitgemaakt, dat voor de gevorderde proportie de hoofdfactor niet in de betrekkelijke intensiteiten der componenten gevonden wordt

---

1) Slechts één geval deed zich voor, waarin een zwakke kleurzin samenviel met verminderde gevoeligheid van het minder breekbare deel van 't spectrum: dat geval zal later afzonderlijk worden onderzocht.

en dus — in hunne respectieve neutraliseerende kleurvalenties te zoeken is.

Met deze uitkomst strookt mijn vroegere bevinding, dat bij zwakken kleurzin de gevoeligheid voor overgangen van geel tot groen is afgenomen, om in het zuivere tweekleurenstelsel geheel te verdwijnen. In dit stelsel, waarbij Li-rood, Na-geel en Tl-groen, allen, tot een en dezelfde warme kleur behooren, houdt binnen dat gebied dan ook alle kleurvergelijking op. Die omstandigheid geeft zelfs een toetsteen aan de hand voor de zuiverheid van het stelsel. Twee onzer studenten, die wij, op grond van een voorloopig onderzoek, nog zwakken kleurzin hadden toegekend, vonden (bij corresponderende intensiteit van Na-geel) de vergelijking met 30 Tl: 70 Li even voldoende als die met 70 Tl: 30 Li, en gaven hiermede blijk, zoo goed als volkomen groenblind te zijn: de vergelijking betreft dan nog alléén de saturatie, niet de kleur. En zooals de zwakke kleurzin afdaalt tot de groenblindheid, stijgt hij naar de andere zijde op tot het normale stelsel. Hier, zooals wij zagen, vordert de vergelijking veel minder Tl, en dat te dien aanzien nog individueele verschillen bestaan, voor verreweg het grootste deel besloten tusschen 24 Tl: 76 Li en 31 Tl: 69 Li, hebben wij vroeger gezien.

Blijkt nu, dat de kleurzin, van groenblindheid tot het normale stelsel, regelmatig stijgt met het verminderen van het Tl in deze vergelijking?

Verband is er onmiskenbaar, maar geen absoluut. Bij drie of vier personen met zwakken kleurzin was de verhouding die van het normale stelsel; bij Prof. Schäfer, daarentegen, bij wien van zwakken kleurzin niets gebleken was — en ook bij opzettelijk onderzoek weinig blijken zou, — werd niet minder gevorderd dan Tl



57.5: Li 42.5. Ook is op het verband tusschen die verhouding en de gevoeligheid voor overgangen tusschen geel en groen reeds een uitzondering voorgekomen in den persoon van Dr. B. 1).

Maar dit alles bewijst slechts, dat er nog andere factoren werkzaam zijn, die bij voortzetting van het onderzoek zeker zullen aan het licht treden. Aan een onafgebroken samenhang van de groenblindheid met den zwakken kleurenzin en van dezen met den normalen, in zijn minder en meer volkomen vormen, is alvast niet te betwijfelen. In de opklimmende reeks sluiten groenblindheid, zwakke kleurzin, normale kleurenzin aaneen.

Dalen wij nu van de groenblindheid even geleidelijk naar de roodblindheid af, als wij van haar tot het normale stelsel opstegen.

Roodblindheid onderscheidt zich, zooals wij weten, van de groenblindheid (en eveneens van normalen Cn en zwakken kleurenzin Cd) door een betrekkelijk geringe intensiteit aan de roode zijde van het spectrum, een verschil, dat in de verhouding der lichtintensiteiten van Na-geel, Li-rood en Tl-groen reeds duidelijk te voorschijn treedt.

In ronde getallen 2), mogen als gemiddelden gelden:

Voor Cn, Cd en Grb., Na 10 = Li 50 = Tl 20.

Voor Rb, Na 10 = Li 300 = Tl 15.

In vergelijking tot het Na-geel D, is dus (in het gebruikte gaslicht) de indruk van het Li-rood, bij den roodblinde, zesmaal zwakker, in vergelijking tot het Tl-groen, achtmaal zwakker, en in vergelijking tot het

1) Verg. New Researches on Colour-systems, in Onderz. physiol. Labor. VII. p. 105.

2) De getallen zijn de wijden der collimator-spleten, waarbij Na, Li en Tl van het gebruikte licht gelijke intensiteiten hebben, in het dioptrische spectrum, zonder reductie.

maximum, dat (voor den groenblinde nagenoeg in D) voor den roodblinde tussehen Na en Tl ligt, bijna tienmaal zwakker dan bij den groenblinde.

Zijn er nu gevallen, waarin die verhouding het midden houdt tussehen die in rood- en groenblindheid?

In mijn jongste onderzoek, gebruik makende van genoegzaam constant licht, trof ik, naast 15 groenblinden en een nog grooter aantal gevallen van zwakken kleurzin, slechts 6 gevallen van roodblindheid aan, waarvan de laatsten zoowel als de eersten ieder een groep vormden, zonder samenhang tussehen de beide. Van het meeren-deel der gevallen had ik gelegenheid door nadere bepalingen de intensiteitskrommen te ontwerpen, van het uiterste rood tot  $b \frac{1}{2}$  F, en duidelijker nog vormden deze boven dezelfde abscis twee aaneengesloten groepen, die slechts door een ledige ruimte verbonden waren. Uit die gevallen zou men dus niet tot een samenhang kunnen besluiten. Vroeger intusschen bij een onderzoek, dat over een veel grooter aantal gevallen liep, meen ik mij, naar verschillende methoden, bij aanwending ook van het kleine dubbel-spectroscop, voldoende vergewist te hebben, dat overgangsvormen niet ontbreken. Wel had ik geen gelegenheid, dezelfde gevallen, bij hetzelfde licht, tegelijk met een typischen vorm van rood- en van groenblindheid te onderzoeken; maar bij vergelijking met een roodblinde was de afwijking der kromme naar die der groenblinden, en omgekeerd, zoo overtuigend, dat er voor twijfel geen plaats overbleef. Toch, ik mag het niet ontveinen, zou het mij bijzonder welkom geweest zijn, thans, bij nog nauwkeuriger bepalingen, naast de krommen van rood- en groenblindheid, die van een paar bij hetzelfde licht verkregen overgangsvormen te kunnen overleggen. Het onderzoek wordt voortgezet, en wellicht zal bij de uit-

voorige mededeeling der resultaten, die nog volgen moet, reeds aan mijn wensch voldaan zijn.

Opmerkelijk is het zeker, terwijl de meeste ophthalmologen, naar het schema van Hering, rood- en groenblindheid vereenzelvigen en Hering zelf daarin niets anders zien wil als individuëele verscheidenheid, zich zooveel moeite te moeten geven, niet om ze te onderscheiden, maar om zich van eenig verband tusschen de beide vormen te vergewissen!

Overigens doet de zeldzaamheid der overgangsvormen geen afbreuk aan hunne beteekenis. Zij zijn ook zeldzaam tusschen den normalen en den zwakken kleurzinn, zeldzaam ook, naar het schijnt, tusschen dezen en de groenblindheid. Dergelijke ledige plekken vinden wij overal in den ontwikkelingsgang, ook op morphologisch gebied. Onverklaarbaar zijn ze niet — ook bij 't bestaan van een genetisch verband.

Op de betrekking der tweekleurenstelsels tot het normale werpt voorts de erfelijkheid een bijzonder licht. Wij hebben hier te doen met hetgeen Darwin als „Transmission” onderscheidt van „Development”. Alléén in het mannelijk geslacht komen rood- en groenblindheid voor, maar mannen deelen ze niet mede aan hunne zonen: door hunne dochters, waarin ze latent blijven, worden ze op een volgend geslacht overgebracht. Die erfelijkheidsvorm is lang bekend, werd door Horner over een tal van geslachten aangetoond, door Collard en vele anderen geconstateerd, door Holmgren onder de belangrijke toevoeging, dat roodblinden uitsluitend roodblinden, groenblinden uitsluitend groenblinden voortbrengen.

Van dergelijken vorm van erfelijkheid door „Transmission”, eigen slechts aan één der geslachten, zijn ge-



vallen geboekt op pathologisch gebied (hoornachtige uitsteeksels van de huid, voorts ichthyosis, ontbrekende vingers, bloederziekte) door Prosper Lucas, Sedgwick en anderen. Maar hij geldt bovenal voor de normale ontwikkeling van nieuwe karakters, waarvan Darwin <sup>1)</sup> spreekt, die vaak in één der geslachten optreden, om daarna uitsluitend of bijna uitsluitend op hetzelfde geslacht te worden voortgeplant. Onder de huisdieren, bij vogels zoowel als bij zoogdieren, vond Darwin <sup>2)</sup> tal van dergelijke kenmerken, dus door domesticatie verkregen, die niet in de oorspronkelijke soorten (parent-species) voorkomen en als secundaire geslachtskenmerken slechts door een der geslachten worden geërfd. Hoe ze ontstaan, en waarin in 't algemeen de „Variability” haren primitieven grond, haren oorsprong heeft, kan ik hier niet onderzoeken. Genoeg, dat men zich, met het oog op de ontwikkelingsleer, niet anders kan voorstellen, dan dat uit het tweekleurenstelsel het driekleurenstelsel is geboren, en wel oorspronkelijk bij de vrouw, op wier geslacht het aanvankelijk misschien uitsluitend werd voortgeplant, om zich eerst later ook in het mannelijk geslacht te openbaren. Waar een begin was van het driekleurenstelsel ontbraken zeker niet de voorwaarden, om het door oefening verder te ontwikkelen, en deden ook natuurkeus, in het algemeen, — in het bevredigen van behoeften en het ontwijken van gevaren, — en, in het bijzonder, geslachtskeus zich gelden. In deze laatste speelt, zooals men weet, de schoonheidszin een groote rol, en niet het minst de zin

---

1) The Descent of Man. Vol. I. p. 269.

2) The variation of Animals and Plants under domestication. London 1868. II. p. 178.

voor kleuren, waarmede wij natuur en kunst als om strijd zien woekeren. Ook thans, zou ik meenen, behooren de overgebleven kleurblinden nog niet tot de bevoorrechten. De roodblinde, die geen sensatie heeft van rozerood, den bloes der wangen ziet als een inktvlek — gelijk Dalton van zich zelf getuigt — en purperen lippen als met een doodelijk blauw of grijs overtoegen, zal, dunkt mij, minder bekoord worden door vrouwelijk schoon, zich ook niet zoo warm uiten en —, *coeteris paribus*, als minnaar bij anderen achterstaan. En zoo kon en moest in den loop der tijden, door oefening en keuze, met de ontwikkeling van den kleurzin, ook het aantal kleurblinden verminderen, in die mate, dat thans ook onder de mannen nog slechts weinigen van het voorrecht van het driekleurenstelsel zijn verstoken.

In deze onze beschouwing ligt opgesloten, dat men niet de kleurblindheid zich als erfelijk heeft voor te stellen, maar veeleer het driekleurenstelsel, zooals dit het eerst ontstond en rijpte in het vrouwelijke geslacht en zich door erfelijkheid ook meer en meer over het mannelijk geslacht uitbreidde en voortgaat zich uit te breiden. Of, onder zekere omstandigheden, ook uit vroegere geslachten, als reversie of atavisme, nog gevallen van kleurblindheid zich opdoen, zal door ervaring moeilijk zijn uit te maken.

Wat in het bovenstaande over kleurstelsels werd medege-deeld had betrekking tot de centrale deelen der netvliezen, de foveae centrales en hare omgeving. Op eenigen afstand, spoedig vooral aan de temporaalzijde der foveae, wijzigt zich de kleursensatie, in meer dan één opzicht, en maakt bij zwakken kleurzin spoedig voor groenblindheid plaats. Worden de ruitjes der pseudo-isochromatische tafels van

Stilling op eenigen afstand gemakkelijker tot letters gecombineerd dan nabij het oog, mijne pseudo-isochromatische strepen gemakkelijker geteld, zoo is dit dááaraan toe te schrijven, dat de totaal-vorm dier letters en figuren en de gezamenlijke strepen dan onder kleineren hoek voor een grooter deel op het centrale gedeelte van het netvlies komen te vallen, waar de kleurzin minder onvolkomen is.

Wat men vooral met veel zorg heeft bestudeerd, is de verandering, die de verschillende kleuren ondergaan van het centrum tot aan de peripherie. Uit die veranderingen werd nu afgeleid, dat het netvlies op eenigen afstand van de gele vlek roodblind wordt en nabij zijn voorste grens eene zône heeft van absolute achromatopsie. A u b e r t's opvatting is een andere <sup>1)</sup>. Uit vreemde en eigen waarneming kwam hij tot de conclusie: „dass in der Farbenempfindung nur ein *gradueller* Unterschied zwischen den centralen und peripherischen Netzhautregionen stattfindet”, — zonder samen te vallen met kleurblindheid. De resultaten der met L a n d o l t genomen proeven schenen ook niet in het eenvoudige schema van roodblindheid en achromatopsie te passen. Ik heb het onderzoek nu nog eens opgevat, met die wijziging intusschen, dat kleurvergelijkingen werden gemaakt, op gelijke wijze als men voor het onderzoek van den centralen kleurzin pleegt te doen. Twee methoden werden daarbij aangewend, de ééne bestemd, om bij sterk licht homogene of nagenoeg homogene kleuren te vergelijken, de andere, om, bij diffuus daglicht, verschillende pigmenten naast elkander op bepaalde deelen van het netvlies te brengen. Ten behoeve der eerste werden door een binnenmuur mijner donkere kamer twee gaten geboord, het eene 20 c. M. boven 't andere,

1) Grundzüge der physiologischen Optik. S. 545.



waarlangs van de aangrenzende kamer licht kon invallen, hetzij spectraallicht, met behulp van heliostaat, hetzij genoegzaam homogeen licht, óf van bepaalde vlammen, óf door gekleurde glazen of vloeistoffen verkregen. Een mat glas, dat de inwendige opening afsluit, vangt het licht op en is nu lichtbron. Bij het onderzoek is het ééne oog met een dop gedekt; het andere beweegt zich in een horizontaal vlak, dat den muur snijdt midden tusschen de twee gaten, en wel langs punten eener zwak zelflichtende stof, die den hoek van het invallende licht met de bliklijn aangeven. Een spreekbuis verbindt de beide kamers. — Bij de tweede methode bevindt het oog zich in de as van een halven cilinder van zwart fluweel verticaal langs den boog van den perimeter aangebracht, waarop even zichtbare punten weer de richting der bliklijn aangeven. Als voorwerp dient een met zwart fluweel bekleede kurken lineaal, waarop aan het eene einde in de lengterichting met een tusschenruimte van 3 cM., twee stukjes papier van 3 cM. in het vierkant worden vastgestoken. Deze lineaal wordt onder een bepaalden hoek met het fixeerpunt langs het cilindervlak opgehangen, — de tusschenruimten der vierkanten ter hoogte van het fixeerpunt. Zoo komt, in den primairen stand van het oog, het eene beeld iets boven, het andere iets onder den horizontalen meridiaan te liggen. Een helper, of de waarnemer zelf, houdt de vierkanten met een breedere alweder met zwart fluweel bekleede plaat gedekt, en kan ze voor een oogenblik (ook iets langer) zichtbaar maken, achtereenvolgende malen bij iedere gewenschte richting der bliklijn. Men kan ook meer dan één lineaal op verschillende punten ophangen en zodoende vierkanten onder verschillende hoeken gelijktijdig ontblooten. — Het diffuse hemellicht beschijnt het geheele vlak vrij gelijkmatig.

Afgekeerd van het venster en bestendig op zwart fluweel gericht, wordt het oog zeer gevoelig voor de verlichte vierkanten.

Bij deze proeven is mij gebleken: 1°. dat, tegenover matig licht, het netvlies op ongeveer 40° *temporaalwaarts* van de fovea centralis zich in het algemeen verhoudt als het centrum van het netvlies bij den groenblinde. Rood, oranje, geel en groen zijn bij gepaste lichtsterkte en saturatie hier aan elkander gelijk, en blijken, ook bij onderling verschil in saturatie en lichtsterkte, tot een en dezelfde warme kleur te behooren; eveneens zijn blauw, indigo en violet hier niet te onderscheiden, als samenvallende in een koele blauwe kleur. Terzelfder plaatse vertoonen de neutrale kleuren der groenblinden, blauwachtig groen, karmijn en rozerood, zich al spoedig grijs. Bedekt men nu het rozerood met een werkelijk grijs van gepaste helderheid, zoo merkt men geen verandering; doch, na eenigen tijd het grijs wegnemende, ziet men een oogenblik rozerood te voorschijn komen, dat dan echter weer spoedig voor grijs plaats maakt. Zoo treden ook in de warme kleur, na voorafgaande bedekking, de bestaande verschillen weêr voor een oogenblik te voorschijn.

2°. *Mediaanwaarts* van de fovea centralis, zijn vergelijkingen als die van een tweekleurenstelsel moeilijker te verkrijgen, — alléén bij nog zwakker licht en langer inwerking en ook eerst onder grooter hoek dan *temporaalwaarts*.

3°. Van het bestaan eener absoluut kleurlooze zône op de uiterste grens van het gezichtsveld kon ik mij niet overtuigen. Krachtig blauw vertoont zich hier ook nog blauw en wordt eerst langzamerhand grijs, om, na eenige oogenblikken door grijs gedekt te zijn, op nieuw blauw te voorschijn te treden. Op het geschikte oogenblik,

d. i. na slechts korte inwerking, met grijs gedekt, maakt blauw voor een geelachtigen schijn plaats, die door krachtige warme kleuren ook direct kan verkregen worden.

4°. Helle kleuren behouden haar karakter peripherisch onder veel grooteren hoek met de gezichtslijn dan zwakke: aan de temporale zijde blijft de indruk van een levendig rood schier tot aan de grens van 't gezichtsveld onveranderd, van alle andere kleuren althans kenmerkend onderscheiden.

De slotsom nu is deze: dat, terwijl de kleurzin van het centrum naar de peripherie afneemt, het stelsel meer en meer tot het dichromatische nadert, aanvankelijk, bij nog betrekkelijk groote helderheid van het rood, tot de groenblindheid, later, tot de roodblindheid om, ten slotte, op de uiterste grens de roodblindheid te vertegenwoordigen in haren onvolkomensten vorm, d. i. bij hoogst geringe saturatie der kleuren, naderende tot achromatopsie. Het onderscheid tusschen de stelsels der gewone kleurblinden en die van het peripherische zien bestaat slechts dáárin, dat bij het begin der inwerking in de warme reeks nog even tints-verschillen opdoemen, die het kleurblinde oog niet onderscheidt. Erkent Aubert in den kleurzin tusschen het centrale en peripherische netvlies slechts een gradueel verschil, bijna met hetzelfde recht kan dit van de verschillende stelsels en hunne overgangsvormen gezegd worden. In het bijzonder zij er op gewezen, dat ook de roodblinde van een intensief rood een geheel bijzonderen indruk ontvangt, evenzeer als dit bij de normalen voor de grens van het netvlies geldt <sup>1)</sup>. Voegen wij bij dit

1) V. d. Weijde. Methodisch onderzoek der stelsels van kleurblinden, in Onderz. Physiol. Lab. VII. bl. 3.



alles, dat, in gevallen van zwakken kleurzin, reeds op geringen afstand van het centrum, groenblindheid bijna in haren zuiveren vorm optreedt, dan mag men de analogie van den peripherischen kleurzin met het tweekleurenstelsel wel boven twijfel verheven achten.

De peripherische kleurzin nu laat zich zeker niet anders opvatten dan als een *normaal stelsel*, dat een zekeren, een minder volkomen graad van ontwikkeling vertegenwoordigt, in gelijke verhouding staande tot den centralen kleurzin, als de onvolkomen lokaalzin in de peripherie tot den fijner ontwikkelden van het centrum, — als dien der huid in het algemeen tot dien van handpalm en vingertoppen, die ook ten opzichte der energieën wel iets zijn bevoorrecht. Een principiëel verschil is 't niet, wanneer, in betrekking tot den lokaalzin, de ontwikkelings-trappen zich reeds meer in den bouw der morphologische elementen afspiegelen, voor den kleurzin hoofdzakelijk in de structuur der moleculen te zoeken zijn, waarvan wij trouwens in klierzellen en hare producten, in kleur en eigenschappen der uitwendige bekleedselen, zelfs in 't centrale zenuwstelsel voor homologe vormen voorbeelden te over vinden. En laat het peripherische zien geen andere opvatting toe, zóó verwant er mede — wanneer ook niet daaraan gelijk — zijn de eenvoudiger kleurenstelsels der kleurblinden, dat wij dan in deze ook niet anders dan minder volkomene ontwikkelingsphasen zien kunnen. Bovendien, zooals wij zagen, plaatst de wijze, waarop roodblindheid en groenblindheid zich door transmissie voortplanten, ze op ééne lijn met secundaire geslachtskenmerken, ontwikkelingsvormen, die geheel buiten 't gebied der pathologie liggen.

In een merkwaardige proeve over den oorsprong en de ontwikkeling van den kleurzin betoogt Grant

Allen <sup>1)</sup>, dat aan kleursensatie eenvoudige lichtsensatie moest voorafgaan, wat zich uit het oogpunt der evolutie ook nauwelijks anders denken laat, en ontwikkelt met veel zaakkennis en talent, hoe kleuren van bloemen en kleurzin der insecten elkander wederkeerig bepaalden, en onder welke bijzondere voorwaarden ook bij de lagere waterdieren, visschen en reptilia, voorts bij vogels en zoogdieren, de kleurenzin tot stand kwam. Bij de meeste zoogdieren schijnt die echter op een betrekkelijk lagen trap te zijn gebleven; bij velen zou het zelfs moeilijk vallen, het bestaan van kleurenzin met voldoende bewijzen te staven. En phylogenetisch mogen wij dus zeker ook bij den mensch den oorsprong van den kleurenzin in den lichtzin zoeken, wanneer onder het thans levende geslacht, zooals wij zagen, genuine gevallen van volslagen gemis aan kleurenzin ook niet meer voorkomen.

Onder de tweekleurenstelsels nu is de z. g. violetblindheid de minst ontwikkelde vorm. Heeft men dien dan ook voor den oorspronkelijken vorm van alle kleurenstelsels te houden? — Men kan zich zeer goed voorstellen, hoe rood en groenblindheid zich daaruit zouden kunnen ontwikkelen. Doch, terwijl van overgangen rechtstreeks niets gebleken is, zou het, ook afgezien van het problematisch karakter der violetblindheid, toch zeer gewaagd zijn, den oorsprong van alle kleurstelsels in de violetblindheid te willen zoeken. Veeleer schijnt de roodblindheid zich als oorspronkelijke vorm te qualificeeren. Als typische representant van het tweekleurenstelsel, waaraan niets abnormaals te

---

1) *The Colour-sense: Its Origin and Development.* London 1879 — door Alfred R. Wallace (*Nature*. 1879. Vol. XIX p. 501), in weêrwil van zijn bedenkingen, an interesting and suggestive work genoemd, — een uitspraak, die ik volkomen beaam.



bekennen is, brengt ze de presumpcie mede, een ontwikkelingsphase te zijn van den normalen kleurzin en, hetzij direct, hetzij indirect, met het normale stelsel samen te hangen. Maar toch is daarvan ook weinig aan het licht getreden. Tot het aannemen van een directen overgang in 't normale stelsel zijn wij alvast niet gerechtigd; want onder het groot aantal gevallen van onvolkomen kleurenzin, kwam, afgezien van een enkele niet afdoende uitzondering, de lichtverdeeling in het spectrum constant met die der groenblindheid overeen. En wat het indirect verband betreft, door tusschenkomst der groenblindheid, de overgangsvormen tusschen rood- en groenblindheid zijn niet talrijk en overtuigend genoeg, om het besluit te wettigen, dat alle groenblindheid in roodblindheid haren oorsprong heeft.

Zoo zou dan de groenblindheid alléén als schakel overblijven. Inderdaad reikt zij aan de ééne zijde door ontelbare overgangsvormen tot aan 't normale stelsel en zou, aan de andere zijde, waar de volle lichtzin aanwezig is, onmiddellijk uit dezen kunnen ontstaan. In die onderstelling zouden violet- en roodblindheid moeten worden opgevat als twee praemature differentiatie-vormen, die, voor gene aangevangen bij eene te geringe gevoeligheid voor de minder breekbare stralen, voor deze bij een zoodanige voor de meer breekbare, wegens die beperking van 't lichtspectrum, de voorwaarden misten voor de ontwikkeling eener derde energie. Men zie niet voorbij, dat in mindere gevoeligheid, hetzij voor de meer, hetzij voor de minder breekbare stralen, ligt opgesloten, dat de moleculen hare normale structuur niet hadden bereikt.

Bij den enkelvoudigen lichtzin denken wij ons alle moleculen gelijk en onder den invloed van alle golven van het zichtbare licht aan gelijke splitsing onderwor-



pen, een splitsing, die den neutralen, — tevens totalen lichtzin vertegenwoordigt. De eerste differentiatie kan men zich nu op zeer verschillende wijze denken <sup>1)</sup>. Het eenvoudigst is wel zich voor te stellen, dat onder de steeds wordende moleculen aanvankelijk een kleiner, later een grooter deel in dien zin gewijzigd optreden, dat ze door de meer en minder breekbare stralen op verschillende wijze en slechts partiëel gesplitst worden, resten van moleculen overlatende, die op hare beurt voor splitsing vatbaar zijn. Zoo worden twee processen gewekt, naar welke die op den weg naar en die in de centrale substantie zelve zich noodwendig regelen.

Hiermede is dan een tweekleurenstelsel gegeven, met twee contrasteerende, tevens complementaire kleuren, die, nabij de uiteinden der spectra het eerst zichtbaar, met het toenemend aantal gewijzigde moleculen zich verder en verder uitbreiden, om ten slotte nog alleen door een smalle kleurlooze streep te zijn gescheiden. Aan die neutrale streep N beantwoorden de stralen, die beide splitsingen even sterk voortbrengen en dus ook de gewijzigde moleculen in haar geheel ontleden.

Kent men nu die differentiatie in hare verschillende fasen?

Men vindt gevallen, waarin de neutrale streep nog betrekkelijk breed is, men kan zich ook bij vergelijkend

---

1) Zoolang men zich houdt aan het *veto* van in een zenuwvezel meer dan één proces te zoeken (zie Kleurstelsels, in Onderz. physiol. laboratorium D. VI. bl. 98), kan men voor de verschillende moleculen verschillende morphologische elementen niet ontberen. Ik ben echter meer en meer geneigd geworden, mij aan dat *veto* te onttrekken (verg. bl. 38) en heb elders (Ann. d'Ocul. LXXXVII. p. 205) daarvan reeds voldoende blijk gegeven.

onderzoek op verschillende wijzen overtuigen, dat de saturatie der grondkleuren daarbij geringer is: maar van een toenadering tot den idealen vorm eener normale achromatopsie kan toch geen sprake zijn.

In de verdere ontwikkeling nu stellen wij ons het toetreden voor van een derde proces, onder wijziging der beide primitieve. Die wijziging is van zelf gegeven, wanneer onder de wordende moleculen er zich opdoen, die onder den invloed der stralen van het middelste gedeelte van het spectrum voor een derde splitsing vatbaar zijn. Met het stijgen van dit nieuwe proces ontwikkelt zich dan het stelsel, zooals de theorie van Young het opvat voor 't normale oog. Inderdaad laten de overgangstrappen van groenblindheid tot het normale stelsel zich in 't algemeen verklaren uit toenemende ontwikkeling eener derde energie, en moet het stelsel eene steeds hoogere ontwikkeling te gemoet gaan, naarmate de moleculen afnemen, die onder den invloed van enkelvoudig licht tot totale splitsing geneigd zijn. 't Behoeft nauwelijks gezegd, dat aan de differentiatie der peripherische elementen die der geleidende en centrale, waarmede ze één organisch geheel vormen, zich harmonisch aansluit, gelijk, omgekeerd, van de zijde der centrale, de zitplaats der sensaties, als element van oefening, een wederkeerige invloed op de peripherische niet kan ontbreken.

Hebben wij de ontwikkeling van den kleurzin, waarvan we hier een schets gaven, in historische tijden te zoeken bij den mensch?

Geiger <sup>1)</sup> bracht, zool wij weten, de onderstelling te berde, dat de kleurzin der ouden zeer onvolkomen

1) Zur Entwicklungsgeschichte der Menschheit. Stuttgart. 1872.

was. Hunne taal, die voor thans onderscheiden kleuren de kenschetsende namen mist, zou daarvan getuigen. Die onderstelling, verrassend als zij was, trok algemeen de aandacht, en vond inzonderheid bij philologen aanvanke-lijk grooten bijval. Onder de ophthalmologen was het Magnus <sup>1)</sup>, die, met een schat ook van philologische kennis toegerust, voor haar pleitte en aan hare hand een schets ontwierp der ontwikkeling van den kleurzin. Wijzende ook op andere zintuigen, bracht al aanstonds Zehender <sup>2)</sup> daartegen in 't midden, dat men geen recht heeft uit het ontbrekende woord tot de ontbrekende sensatie te besluiten, en in gelijken zin uitten zich Rabl-Rückhard <sup>3)</sup> en Dr. Dor <sup>4)</sup>, beiden zich tevens op de treffende juistheid van de muurschilderingen der oude Egyptenaren beroepende, en met hen vele anderen. Onder dezen behoorde ook Grant Allen, die er terstond op uit was, omtrent den kleurzin van velerlei, vooral van minder beschaafde volken, berichten in te winnen. Heinde en ver verzond hij een circulaire met een twaalfstal goed gekozen vragen <sup>5)</sup> en ontving tal van antwoorden uit verschillende streken van Europa, Azië, Afrika, Amerika en van de eilanden der Stille Zuidzee, allen, zonder onderscheid, de onderstelling bevestigend: „that the coloursense is as a whole, absolutely identical throughout all branches of the human race.”

Tot gelijke uitkomst voerden de bekende door Pechuël Lösche ontworpen „Fragebogen”, uit naam van het

---

1) Die Geschichtliche Entwicklung des Farbensinnes. Leipzig 1877.

2) Klin. Monatsblätter. 1878. p. 483.

3) Zur historischen Entwicklung des Farbensinnes. 1877.

4) Kl. Monatsblätter 1878. Beilageheft S. 120.

5) l. c. p. 205.



Ethnologische Museum van Leipzig naar alle oorden der wereld verzonden, en in het daarvan gegevend verslag erkent Magnus <sup>1)</sup> dan ook „unnumwunden”, dat hij zich „über die Tragweite der durch sprachvergleichende Untersuchungen gewonnene Erkenntnisse betrogen hat.”

Het feit nu, dat onder alle levende volkeren de kleurzin eene genoegzaam gelijke ontwikkeling heeft verkregen, gedooft niet de onderstelling, dat hij bij de ouden daarbij zooveel achterstond. Of is het denkbaar, dat in onze dagen die ontwikkelingstrap dan door *alle* volkstammen zou overschreden zijn?

Maar Grant Allen ging een stap verder. Den kleurzin der ouden als een ontwikkelingstrap beschouwende, meende men overeenstemming daarin gevonden te hebben met dien der kleurblinden <sup>2)</sup>, en als wilde hij, ook van deze zijde, daaraan allen steun ontnemen, keert hij in zijn strijd tegen die beschouwing de wapens ook tegen de kleurblindheid zelve, en wil daarin slechts een ziekte der beschaving zien. Gronden daarvoor had hij niet. Uit een opzettelijk onderzoek alléén had kunnen blijken, dat buiten den invloed der beschaving de kleurblindheid gemist wordt, en geen der vragen van Grant Allen of van Pechuël Lösche had daartoe betrekking. Daarover zwegen dan ook de berichten. Intusschen was reeds in 1877 de aanstoot tot een dergelijk onderzoek van Holmgren uitgegaan. Eerst had hij zich tot de artsen gewend, in de nabijheid der Lappen gevestigd, en kwam uit hunne opgaven tot de kennis, dat op 158 Lappen niet minder dan 10 kleurblinden voorkomen (op 111 vrouwen, ééne); en later

---

1) Untersuchungen über den Farbensinn der Naturvölker. Jena 1880.

2) Verg. o. a. Dr. Pole in Nature, 1878. p. 676.

stelde hij zich in verband met de Vega-expeditie van Nordenskjöld, en gaf mondeling en schriftelijk de noodige instructies, waarvan het belangrijke verslag van Ernst Almqvist het gevolg was. „Ik onderzocht,” zoo schrijft deze <sup>1)</sup> aan Holmgren, „20 Lappen en slechts 10 Samoeden. Het onderzoek was gemakkelijk en gaf een volkomen zeker resultaat. Onder de eerste zoowel als onder de laatste kwam één kleurblinde voor; alle overigen waren normaal.” Voorts onderzocht Almqvist 300 Tschuktschen ( $\frac{1}{10}$  of  $\frac{1}{20}$  van den geheelen volksstam), waarbij, hoezeer geen tolk ten dienste stond, Holmgren's methode in 't algemeen ook gemakkelijk tot het doel leidde. Die volksstam heeft nauwelijks aanraking met de beschaving gekend. Onder de 300 was bij 27 de kleurzin abnormaal; 9 waren volkomen kleurblind, allen mannen. In Port Clarence werden de Eskimos onderzocht, en onder dezen kwam op 125 slechts één kleurblinde voor. Genoeg alvast, dat bij geen dier volksstammen de kleurblinden ontbraken. De Tschuktschen staan schier gelijk met den praehistorischen mensch, en de kleurblindheid komt onder deze in gelijke verhouding voor als bij de meest beschaafden. Dat in een paar karavanen van een tiental Nubiërs geen kleurblinde te vinden was, is even weinig vreemd als dat er onder een twintigtal Europeanen geen wordt aangetroffen, wat waarlijk niet zeldzaam is. Men heeft ondersteld, dat de kleurblindheid onder minder beschaafden toch zeldzamer was. Doch, vond Swan Burnett, op de scholen der kleurlingen in het district Columbia, bij de jongens slechts 1.6 0/0 kleurblinden (trouwens, bovendien 5.7 0/0 met zwakken kleurzin), ook onder de knapen van

---

1) Zie Holmgren. Bidrag till belysning af frögen färgsinnets historiske utveckling. 1879. p. 1.

Florence (Meijer) werd slechts 1<sup>o</sup>/<sub>o</sub> kleurblinden en 2.37<sup>o</sup>/<sub>o</sub> met zwakken kleurzin, onder die in Pola (Lederer) niet meer dan 1.4<sup>o</sup>/<sub>o</sub> kleurblinden aangetroffen. Aan de gevondene verhouding hechte men overigens niet te veel. Met de zorg, aan het onderzoek besteed, stijgt het aantal kleurblinden <sup>1)</sup>, en de grenzen tusschen kleurblindheid en zwakken kleurzin zijn moeilijk te bepalen en moeilijker nog in toepassing te brengen. Zoo zouden van de 5.7<sup>o</sup>/<sub>o</sub> met zwakken kleurzin van Swan M. Burnett door anderen zeer wel een deel tot de kleurblinden kunnen zijn gerekend.

Zeer beperkt is nog onze vergelijkende kennis van den kleurzin, en uit meer dan een oogpunt is de voortzetting van het onderzoek op dit gebied, mits door bevoegden met nauwgezetheid volbracht, zeer gewenscht. Maar uit hetgeen is medegedeeld mogen wij toch wel reeds afleiden, dat onder onbeschaafde volken de kleurblindheid voorkomt als onder beschaafde, zooals ook, in betrekking daartoe, in onze maatschappij van een verschil tusschen meer en minder beschaafden niets gebleken is. In het algemeene voorkomen van het tweekleurenstelsel, overal

---

1) Vooral de methode van Holmgren eischt een zorgvuldige toepassing. Daarom alléén werd, naar ik meen, op het congres te Londen aan het pseudo-isochromatisch beginsel de voorkeur gegeven. Bij de toepassing van een internationaal reglement voor de keuring van zeevarenden, waarom het hier te doen was, kan niet overal op voldoende kennis en nauwgezetheid gerekend worden. Waarlijk, het is er verre van af, dat de uitspraak van het congres zou gelijk staan met: „fort mit Holmgren's Wollproben". 't Was daarom wel overbodig, voor Holmgren's methode, welke voortreffelijkheid alom erkend is, den handschoen op te nemen (zie Bruno Kolbe. Centralblatt f. praktische Augenheilkunde. B. V. S. 368.).



en onder alle volken en standen, ligt een aanwijzing te meer, om in dat stelsel een ontwikkelingsstrap van het normale te zien.

---

Zooals ik in den aanvang verklaarde, — in al het behandelde hield ik vast aan de theorie van Young. De bezwaren daartegen, uit de kleurblindheid geput, werden uit den weg geruimd, door in de kleurblindheid niet het defect te zien van een der normale energieën, maar een vroegere ontwikkelingsphase van den kleurenzin, die op verdere differentiatie wacht. Uit die opvatting vloeide nu omtrent zekere punten een gewijzigde voorstelling voort. In de theorie van Young wordt de onvolkomen saturatie van iedere spectrale kleur, het daarin nog zichtbare wit, uit de samenwerking der drie energieën afgeleid: ik meende daarin veeleer het overblijfsel te mogen zien der oorspronkelijke ééne en totale energie, die niet tot volkomen differentiatie gekomen was; en de wijze van ontwikkeling dier energieën, waarvan er eerst twee ontstaan, als contrasten aan de respectieve zijden van het spectrum zichtbaar — zeker niet beide aan beide zijden, — verbod, ook na de ontwikkeling eener derde in 't midden van het spectrum, alle drie over de geheele uitgebreidheid van het spectrum werkzaam te achten, waartegen ook uit het photo-chemisch oogpunt wel eenig bezwaar was.

Behoudens die wijzigingen nu kon ik aan de theorie vasthouden. Of zij in dien vorm geheel bevredigt, is een andere vraag.

De uitslag mijner poging, om uit de drie spectrale kleuren alle overige samen te stellen, beantwoordde niet aan mijn verwachting. Voor mijn linker oog vooral was

geen groen te vinden, dat met rood een dragelijk geel, met violet een dragelijk blauw voortbracht, niet-tegenstaande het der lichtsterkte wege gevorderde rood reeds niet onbelangrijk van het uiterste rood afweek <sup>1)</sup>).

Nader onderzoek overtuigde mij, wat ook in zekere mate uit de proeven van v. Frey en v. Kries <sup>2)</sup> en van Preijer <sup>3)</sup> gevolgd was, dat J. J. Müller <sup>4)</sup> de grenzen, binnen welke de saturatie der gemengde kleuren aan die der tusschengelegene spectrale zou gelijk zijn, veel te wijd gesteld heeft (verg. Proc.-verb. der K. Akad. Maart 1883). — In het mengsel van spectraalrood (dat der lithiumstreep) en spectraalgroen (dat der thalliumstreep) werd de verhouding bepaald der componenten, gevorderd tot de productie niet alleen van het spectraal-geel (dat der natriumstreep), maar ook van de overige tusschen rood en groen gelegen kleuren en tinten, met vaststelling tevens der saturatie en der intensiteit in verband met die der componenten, — een en ander in oogen van zeer verschillende kleurstelsels. Soortgelijke vergelijkingen werden voorts beproefd voor de mengsels van andere kleurenparen met de daartusschen begrepene spectrale, in andere gedeelten van het spectrum. Eindelijk zou voor verschillende golflengten ook de limite bepaald worden der golflengte, waarmede zij de tusschengelegen kleuren nog in hare volle saturatie voortbrengen. Deze proeven zijn nog niet ten

1) Men heeft aan het weinig breekbaar rood van *a* of zelfs van *B* een zekere hoeveelheid geel toe te voegen, om de tint van *C* te verkrijgen: daarover nader.

2) Ueber die Mischung von Spectralfarben, aus d. physiol. Institut zu Leipzig. S. 347.

3) Pflüger's Zeitschrift für Physiologie B. XXV. S. 64.

4) Archiv f. Ophthalmologie. B. XV. 2. S. 208.

einde gebracht. Maar uit de voorloopige resultaten schijnt wel te voorzien, dat ze in de theorie van Young niet volkomen passen zullen.

Hoe dit zij, wij zetten onze onderzoekingen voort, overtuigd, dat, wanneer uit de resultaten bezwaren voortvloeien tegen de theorie, zij tevens wijzigingen zullen aan de hand doen, om ze uit den weg te ruimen, óf — den weg zullen helpen banen tot een nieuwe theorie.



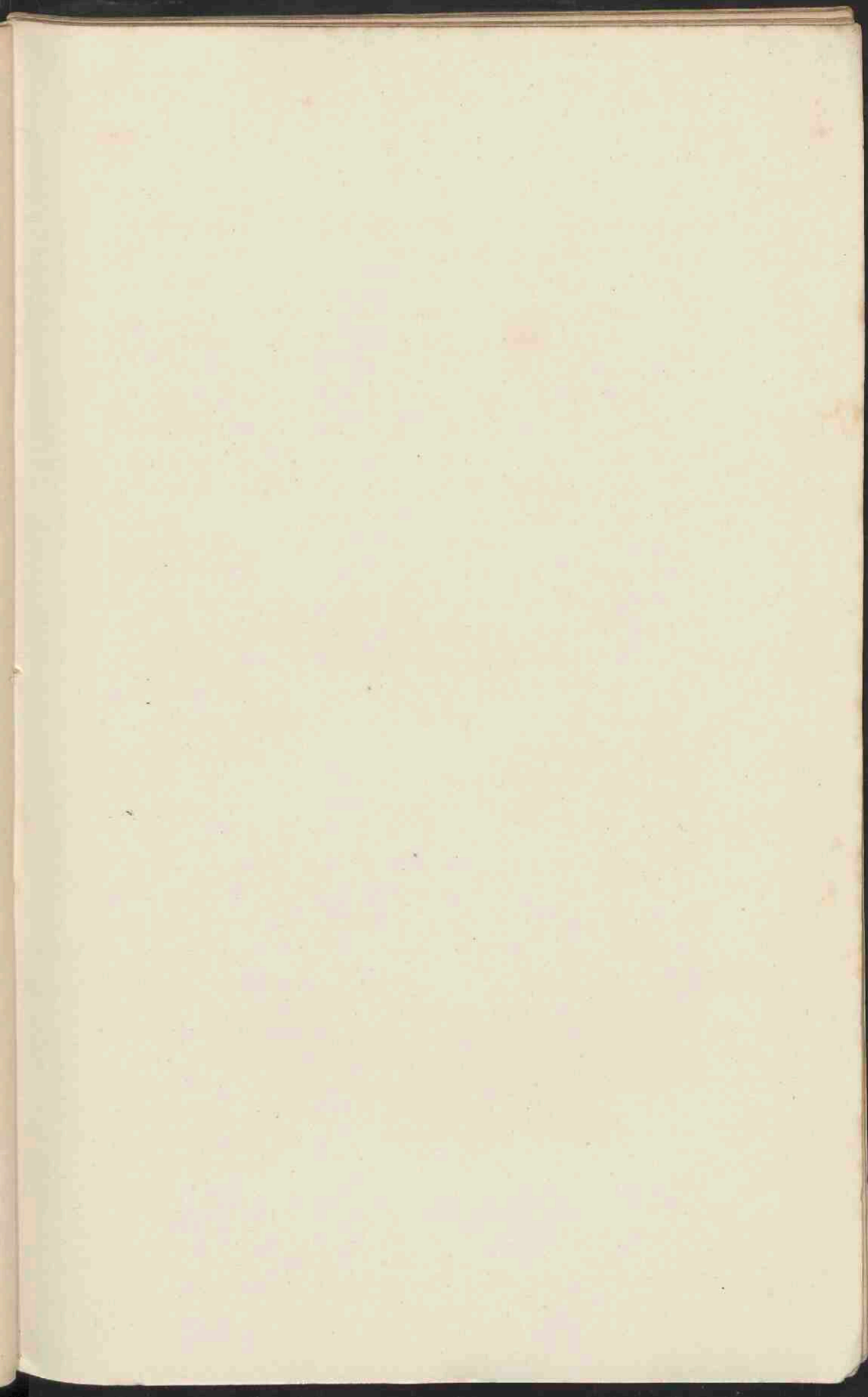


Fig. 1.



Fig. 5.

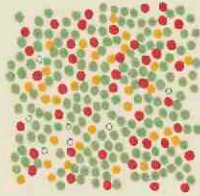


Fig. 9.

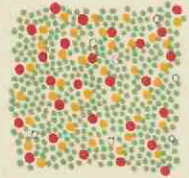


Fig. 2.



Fig. 6.



Fig. 10.

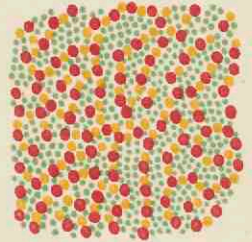


Fig. 3.



Fig. 7.



Fig. 11.



Fig. 4.



Fig. 8.



## ZUR TOPOGRAPHIE DER GEFÄRBTEN KUGELN DER VOGELNETZHAUT.

VON

DR. G. WAELCHLI.

---

Hat man in den farbigen Kugeln der Vogelretina Media, welche nur Strahlengruppen von bestimmten, jeder Kugel eigenen Wellenlängen durchlassen <sup>1)</sup>, so kann man erwarten, dass aus der Vertheilung dieser Medien ein Bild des objektiven farbigen Gesichtsfeldes des Vogels sich ergeben wird, unter zwei Bedingungen: dass den Stäbchen, wie schon Max Schultze angenommen hat, jede Farbenperception abgeht, und zweitens, dass den Kugeln die Eigenschaft zukomme, gewisse farbige Strahlen von der Perception abzuhalten. Die nun folgende Abhandlung sucht ein möglichst treues Bild der Vertheilung der farbigen Kugeln in der Retina einiger Vögel zu geben.

Schon Hannover <sup>2)</sup> gab uns eine Andeutung von dieser Vertheilung. 6—8 gelbe Kugeln, das ist das

---

1) Mikrospektroskopische Untersuchung der gefärbten Kugeln in der Retina von Vögeln von Dr. G. Waelchli. Graefe's Archiv für Ophthalm. 27 Bd. Abtheil. II pag. 303. — Onderzoek. gedaan in het physiol. Lab. Utrecht. Derde R. VI. p. 297.

2) Recherches microscopiques sur le système nerveux par Adolph Hannover 1844. pag. 51.



wesentlichste Resultat seiner Untersuchung, umgeben eine rothe. Die Zeichnung <sup>1)</sup> welche er von einer nicht näher bezeichneten Stelle der Retina des Huhnes giebt, ist jedoch rein schematisch. Sie entspricht der Natur schon deshalb nicht, weil darin die farblosen Kugeln ganz fehlen.

Auch die Bilder der Retina des Huhnes, die Max Schultze <sup>2)</sup> zeichnet, befriedigen insofern nicht ganz, als dabei der Ort der Retina, von dem sie stammen, nicht näher bezeichnet ist, während doch schon Schultze wusste und wir später noch genauer nachweisen werden, die Vertheilung der Kugeln mit dem Orte sich bedeutend ändert. Aus dem gleichen Grunde sind Pacini's <sup>3)</sup> Angaben ungenügend, wonach der Fläche jeder Pigmentzelle 5—6 Stäbchen mit ungefärbten Kügelchen entsprechen, während an jeder Seite des Polygons 3—4 gefärbte Kügelchen liegen sollen.

Schultze bestreitet ausserdem beim Huhn sowohl, als bei der Ente, das Vorhandensein einer fovea centralis oder einer sonst besonders ausgezeichneten Stelle der Retina. Er unterscheidet mit H. Müller <sup>4)</sup> in der Taubenretina zwei Hälften: eine gelbliche und eine röthlich durchscheinende. Erstere ist diejenige welche das Pecten enthält, letztere die laterale, beim Sehen nach vorn allein in Betracht kommende. In der röthlichen Hälfte

1) Recherches microscopiques sur les système nerveux par Adolph Hannover. 1844. pag. 51. Pl. V. Fig. 68.

2) Vergl. Arch. f. mikr. Anatomie v. M. Schultze. B. II. S. 204 ff. u. Tafel IX. Fig. 6. a. b. c.

3) Pacini, sulla Retina. Bologna 1865.

4) H. Müller's gesammelte und hinterlassene Schriften zur Anatomie und Physiologie des Auges, herausgegeben von Otto Becker, pag. 79. 1872.

sind die Durchmesser der Zapfen geringer, die gelben Kugeln intensiver gefärbt als in der andern. Dass diese Angaben nicht ganz zutreffend sind, werde ich später zu beweisen suchen.

Talma <sup>1)</sup>, der den Werth einer genaueren Präcisirung der verschiedenen Orte der Retina einsah, hat uns eine recht genaue Beschreibung der Vertheilung der Kugeln gegeben; indessen scheinen ihm gewisse Praedilektionsstellen entgangen zu sein, auf die ich später zurückkommen werde. Auch fehlen bei ihm Angaben über die Vertheilung im sagittalen Durchmesser vollständig.

Heinemann <sup>2)</sup>, der sehr verschiedene Vogelarten auf die Vertheilung der gefärbten Kugeln untersucht hat, fand bei Siphonornis im horizontalen Netzhautmeridian sehr wenige und kleine farbige Kugeln; namentlich fehlten da fast ganz rothe und gelbe. Im obern Abschnitt waren die rothen und gelben zahlreicher und auch grösser. Die Netzhautperipherie war ärmer an rothen und gelben. Im Allgemeinen fand er einen wesentlichen Unterschied in der Grösse der Oelkugeln bei ein und demselben Thier. Er bestätigte auch Krause's Angabe, dass immer eine rothe Kugel sich mit einer gelben zusammenfindet.

Einer Aufforderung von Prof. Donders und Prof. Engelmann folgend, habe ich es unternommen, drei im System möglichst weit auseinander stehende Vogelarten einer genaueren Prüfung auf die Vertheilung der gefärbten Kügelchen zu unterwerfen und womöglich eine

---

1) Onderzoekingen gedaan in het Physiol. Laboratorium te Utrecht, III Reeks II 259 ff.

2) Carl Heinemann in Vera Cruz, Beiträge zur Anatomie der Retina. Arch f. m. Anatomie Bd. XIV pag. 438.

getreue bildliche Darstellung derselben zu geben. Ich wählte, als hier am leichtesten zugänglich, den Finken (*Fringilla linearis*), die Taube und den Hahn.

Die Retina frisch zu untersuchen führte mich nicht zum gewünschten Ziele, weil die ausserordentliche Verschiebbarkeit und Veränderlichkeit der Netzhautelemente, speciell der Zapfen und Stäbchen, ganz normale Bilder nicht, oder nur für ganz kurze Zeit und immer nur an ganz vereinzelt Stellen der nämlichen Netzhaut zu erhalten gestatten. Es kam aber gerade darauf an, die normalen Eigenschaften der Lagerungsverhältnisse dieser Elemente während der ziemlich langen zur genauen Untersuchung jedesmal erforderlichen Zeit völlig unverändert zu erhalten. Deshalb bediente ich mich folgender Methode.

Das zu untersuchende Thier wurde eine viertel bis halbe Stunde in vollständige Dunkelheit gesetzt, da dann, nach Kühne<sup>1)</sup>, das Abheben der Netzhaut von dem Pigmentepithel leichter möglich ist<sup>2)</sup>. Das Thier wurde nun in der Dunkelheit geköpft, die Augen enucleirt, oder was noch besser ist, mit der knöchernen Orbita herausgenommen, und die Knochen nachher durch stückweises

1) Vergl. Hermanns Handbuch der Physiologie. Bd. III, erster Theil, pag. 339.

2) Ich will gleich hier bemerken, dass, wie auch Kühne schon angiebt, der Aufenthalt des Thieres in der Dunkelheit keine absolute Garantie für das Abheben des Pigmentepithels bietet. Am meisten Schwierigkeiten bietet in dieser Hinsicht der gelbe Fleck dar, von dem man nur ganz ausnahmsweise ein gutes Praeparat bekommt. Hier sitzen nämlich, wie schon H. Müller angegeben hat, die Ausläufer der Pigmentzellen sehr fest zwischen den Aussengliedern der Zapfen und Stäbchen, so dass sie lieber von den Kuppen der Pigmentzellen abreissen, als zwischen den Aussengliedern herausgleiten.



Abkneipen mit einer Scheere entfernt, wodurch allein gröbere mechanische Insulte des Augenhintergrundes umgangen werden. Die Stellung des Auges zur Orbita wurde zur nachherigen Orientirung durch ein Zeichen mit einem Lapisstift auf der Cornea markirt.

Das Auge wird nun im Aequator vorsichtig aufgeschnitten und auf 7—10 Minuten in  $\frac{1}{2}$  procentige Osmiumsäure gelegt, wodurch die Retina consistenter wird, ohne an Durchsichtigkeit viel einzubüssen. Zerlegt man dann den Augenhintergrund in Segmente, so kann man die Retina stückweise in einen hohlen Objektträger (Modell Engelmann, <sup>1)</sup> s. d. Anmerkung) gleichsam abstreichen, und in hängender Lage, ohne Zusatzflüssigkeit, untersuchen. Um das Verdampfen des Praeparates zu verhüten schliesst man den Objektträger von unten mit einem

1) Dieser Objektträger besteht aus einem gewöhnlichen Objektglase welches in der Mitte ein rundes Loch von 1.5 cm Durchmesser hat. Ueber dieses ist ein hinreichend dünnes Deckglas gekittet. Das Praeparat wird nun von innen auf das Deckglas gelegt, und das Objektglas umgekehrt. So befindet sich das Praeparat während der Untersuchung in hängendem Zustand, ohne irgendwo gedrückt zu werden. Namentlich bei Anwendung von Immersionslinsen bieten diese Objectträger sehr grosse Vortheile vor den bisher allgemein gebräuchlichen. Das Object geräth bei Höher — oder Tieferschrauben der Linse resp. des Tubus nicht in Bewegung; die Oberfläche des Deckglases kann bequem vom Wasser oder Oel gereinigt werden, ohne dass das Object Gefahr läuft merklich verschoben oder gar gedrückt zu werden. Hierdurch ist auch abwechselnde Beobachtung desselben Objects mit trocken und Tauchlinsen ermöglicht. Zur Reinigung der Unterfläche des Deckglases wird der Objectträger umgedreht, auf eine mit Hirschleder überzogene Glasplatte gelegt, und nun mit einem weichen Lappen, schliesslich mit trockenem Hirschleder das Deckglas abgerieben. Bei nur mässiger Vorsicht brechen hierbei auch Deckgläser von weniger als 0.1 mm nicht.

gewöhnlichen Objektglas, das etwas benetzt ist, ab, und hat so das Praeparat in einer feuchten Kammer in der es 2—3 Tage lang, ohne sehr wesentliche Veränderung bewahrt bleiben kann.

Die Untersuchung wurde mit Zeiss' Objectiv F (mit Correktion) und Ocular 3 bei einer Tubuslänge von 186 mm. angestellt. Die Vergrößerung war dann eine 800-fache. Im Ocular lag ein Quadratmikrometer der als Rahmen für unsere Zeichnung diente. Der absolute Flächeninhalt, den das ganze, in 25 gleiche quadratische Felder getheilte, Quadrat deckte, betrug dann  $5625 \square \mu$ . Als Lichtquelle benutzte ich entweder starkes Gaslicht oder Sonnenlicht. Das Mikroskop stand im Dunkelkasten vom Engelmänn. Die Oeffnung des Lichttrichters war durch ein mit concentrirter Alaunlösung gefülltes, 2 ctm weites planparalleles Glasgefäß geschlossen, um die dunklen Wärmestrahlen der Lichtquelle möglichst abzuhalten.

Die Praeparate wurden nur dann als völlig brauchbar angesehen, wenn alle im Gesichtsfeld befindlichen Kugeln derselben Gattung in ein und derselben Ebene lagen, also beim Drehen der Mikrometerschraube zugleich verschwanden und zugleich wiederersahen. Alle Zapfen und Stäbchen standen dann genau vertikal zur Objektglasebene. Die Vertheilung der Kugeln war dann von der Ora serrata abgesehen stets eine äusserst regelmässige.

Als besonders wichtige Stellen der Retina, habe ich die folgenden einer eingehenden Untersuchung unterworfen.

1. Macula lutea.
2. Peripherische Theile der Retina, zwischen Macula und Aequator.
3. Ora serrata.

4. Correspondirende Stellen vor und hinter dem Pecten.
5. Eine Gegend die als *rothes Feld* bezeichnet werden mag.

Die letztere tritt besonders deutlich bei der Taube hervor. Sie liegt im hintern obern Quadranten, der Spitze des Pectens gegenüber und hat die Form einer Ellipse deren längster Durchmesser horizontal gerichtet ist. Bei einer jungen Taube mass der lange horizontale Durchmesser 9 mm., der kürzere vertikale ungefähr 7 mm. Der Diameter des Auges betrug am Aequator 15 m. Der untere Rand der Ellipse war 2.6 — 2.8 mm von der Macula entfernt, während der obere Rand sich bis auf circa 0,8 mm. der Ora serrata näherte. Besonders gut mikroskopisch sichtbar zu machen ist diese Zone dadurch, dass man die Retina in situ mit Chorioidea und Sklera in eine 0,6 % NaCl Lösung taucht. Man sieht sie dann sich mit einem röthlichen Schimmer von der mehr weissen Umgebung abheben. Schon H. Müller und Max Schultze haben sie gesehen. Letzterer bezeichnete sie als: laterale beim Sehen nach vorn allein in Betracht kommende Stelle <sup>1)</sup>.

Was die Lage des Pecten betrifft, so erstreckt sich dasselbe, wie bekannt, etwas hinter und unterhalb der Macula beginnend schräg nach vorn und unten zu.

Bevor ich auf die Vertheilung der farbigen Kugeln selbst eingehe, möchte ich folgende Bemerkungen vorausschicken über

*Die Farbenverhältnisse der Kugeln.*

Die Farben der Kugeln bei den drei Vogelarten Fink, Taube, Hahn gehen sehr auseinander; indessen lassen

---

1) Vergl. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd II. pag. 205.



sie sich der Hauptsache nach in vier Classen gruppiren: in *rothe*, *orangene* (bis *gelbe*, Hahn) *grosse grünliche* und *farblose*, resp. sehr schwach gefärbte. Die *rothen Kugeln* haben bei den drei untersuchten Vogelarten überall wesentlich die gleiche Farbe und zeigen nirgends Uebergänge zu den orangenen. Nach der mikrospektral-analytischen Untersuchung <sup>1)</sup> lassen sie nur Roth und etwas Orange durch.

Die *gelben Kugeln* sind beim Finken und der Taube mehr orangefarbig, beim Hahn mehr saturirt gelb. Gleich den rothen kommen auch sie in der ganzen Retina ohne Uebergänge, weder zu den grünen noch zu den rothen, vor. Sie lassen nur die langwelligen Strahlen bis zum Grün durch.

Die grossen *grünen Kugeln* zeigen vielerlei Nuancen zwischen gelbgrün und reingrün, selbst bläulichgrün. Im ganzen sind sie etwas blass, beim Hahn mit deutlicher Beimischung von gelb. Sie absorbiren namentlich Indigo blau und violett sehr merklich. Längere Zeit dem Licht ausgesetzt, erblassen sie etwas, eine Eigenschaft die wir bei den rothen und orangenen nicht bemerkten. Sie kommen in der Macula nicht vor.

Die „farblosen“ oder *schwachgefärbten Kugeln* sind, wenn farbig, meist sehr blass grünlich. Sie zeigen jedoch viele Uebergänge vom blass Gelbgrün, Blaugrün und Blau zum Farblosen.

Talma (l. c.) und Krause <sup>2)</sup> nehmen ausserdem noch eine blaue Varietät von Kugeln an. Diese finden sich hier

1) Vergl. Mikrospektroskopische Untersuchungen der gefärbten Kugeln in der Retina von Vögeln, von Dr. G. Waeleli. Graefe's Archiv für Ophthalm. 27 Bd. Abtheil II. pag. 303. Onderzoekingen gedaan in het physiol. Lab. Utrecht derde R. VI p. 297.

2) Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. XII. pag. 771.

unter den schwachgrünlichen (Taube) oder unter den farblosen (Hahn) subsummirt. Sie sind sehr wenig zahlreich, nur sehr schwach gefärbt und stimmen im Durchmesser mit jenen am besten überein. Es ist in manchen Fällen sehr schwer, sie von den farblosen resp. von kleinen grünlichen zu unterscheiden: um so schwieriger, als die, wenn auch sehr geringe mit der kurzen Osmiumsäurebehandlung verbundene Bräunung hinreichen kann, um die Erkennung feiner Farbenunterschiede unmöglich zu machen.

Im Allgemeinen lässt sich in Bezug auf die Farben der Kugeln der drei untersuchten Vögel noch sagen, dass die der Taube die gesättigtesten sind, die blassesten die des Hahns, während der Fink etwa in der Mitte zwischen beiden steht. <sup>1)</sup>

*Grössenverhältnisse der Kugeln.*

Bezeichne ich mit

M. die der Macula lutea entsprechende Stelle.

R. F. das rothe Feld.

P. R. die peripherische Retina zwischen Aequator und Macula.

v. P. vor dem Pecten.

h. P. hinter dem Pecten,

Ae. den Aequator.

Or. s. die Ora serrata.

so kann ich für die (in Mikren  $\mu = 0.001$  mm. ausgedrückten) Durchmesser der Kugeln folgende Tabelle aufstellen.

<sup>1)</sup> In der beigegebenen Tafel sind die feineren Farbenunterschiede nicht angedeutet. Der leichteren Ausführung halber sind nur schlechtweg rothe, gelbe, grüne und farblose wiedergegeben. Auch sind die Grössenverhältnisse vom Lithograph nicht so genau eingehalten, wie sich gehört hätte.

**Tabelle I.**

|                   | M.       | R. F.                      | P. R.       | Ae.        | V. P.       | h. P.       | Or. s. J). |
|-------------------|----------|----------------------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|
| <b>Fink.</b>      |          |                            |             |            |             |             |            |
| Rothe . . . . .   | 2,5      | < 2,9                      | < 2,8       | 3,1        | < 2,8       | < 2,8       | —          |
| Orangene . . . .  | 1,5      | 2,5 äussere<br>1,8 innere  | 2,45        | > 2,8      | 2,45        | 2,8         | —          |
| Grosse grüne.     |          |                            |             |            |             |             |            |
| Kleine „          | 1,1      | 2,5                        | 3,15<br>2,1 | 3,1<br>2,1 | 3,15<br>2,1 | 3,15<br>2,1 | —          |
| <b>Taube.</b>     |          |                            |             |            |             |             |            |
| Rothe . . . . .   | 2,1      | 4,2                        | 3,15        | 3,15       | 3,15        | 3,15        | 2,8        |
| Orangene . . . .  | 1,75     | 3,15 äussere<br>2,8 innere | 2,45        | 2,8        | 2,8         | 2,8—3,15    | 2,1        |
| Grünl. gelbe . .  | 2,1—2,45 | 2,1                        | 2,1         | 2,1        | 1,75—2,1    | 2,1—2,45    | 1,05—1,75  |
| Grosse grüne . .  |          |                            |             |            |             |             |            |
| Farblose . . . .  | 1,05     | —                          | 3,85        | 3,85—4,2   | 3,15        | 3,15—4      | 2,8—2,5    |
| <b>Hahn.</b>      |          |                            |             |            |             |             |            |
| Rothe . . . . .   | 3,11     | 3,5                        | 3,85        | 4,9        | 3,5—4,2     | 3,85        | 3,5        |
| Gelbe . . . . .   | > 2,8    | 3,15                       | 3,15        | 4,9        | 3,15—3,5    | 3,85        | 4,2        |
| Gelbgrüne . . . . | 3,44     | —                          | —           | —          | —           | —           | —          |
| Grüne . . . . .   | —        | 3,5—3,85                   | < 4,2       | 4,2        | 4,2         | 4,2         | 3,5—1,75   |
| Farblose . . . .  | 2,8      | 3,15—1,75                  | 3,15—1,75   | 2,8—4,2    | 3,15—1,75   | 3,5         | 3,15       |

1) Die Angaben der Verteilung in der Ora serrata des Finken fehlen deshalb, weil es uns, trotz wiederholter Versuche, der Kleinheit des Objektes wegen, unmöglich war, ein musterzügliches Praeparat zu bekommen.



Aus der Tabelle und den ihr zu Grunde liegenden Untersuchungen geht folgendes hervor:

Die Grösse der farbigen Kugeln kann variiren mit der Thierart, mit der Farbe der Kugeln und bei gleicher Farbe mit dem Ort der Netzhaut.

Bei den drei untersuchten Vogelarten nimmt die Grösse der gefärbten Kugeln von der Macula nach der Ora serrata hin zu, wo dann plötzlich eine beträchtliche Verkleinerung derselben bis zur Grenze der Sichtbarkeit eintritt.

Die Grösse wächst am schnellsten im Umfang der Macula, von da an nach der Ora serrata nur langsam. Eine Ausnahme hievon macht das rothe Feld der Taube, wo die rothen Kugeln wieder sehr gross sind.

Sowohl vor als hinter dem Pecten ist die Grösse der Kugeln der nämlichen Art ungefähr die gleiche.

An der Peripherie sind die grünen Kugeln die grössten, demnachst folgen die rothen, die orangenen und grünlichen. In der Macula sind die Grössendifferenzen nicht so beträchtlich.

Die farblosen Kugeln des Hahns, die den kleinen schwach grünlichen Kugeln der Taube und des Finken zu entsprechen scheinen, sind an der Peripherie nicht gleich gross, sondern wechseln an ein und derselben Stelle zwischen  $1,5 \mu$  und  $3 \mu$ .

Im rothen Felde der Taube und vielleicht des Finken haben wir zwei Lagen von orangenen Kugeln, eine hinter der Ebene der rothen Kugeln liegende mit etwas grösserem Durchmesser der Kugeln, und eine vor derselben mit etwas kleinerem Durchmesser. 1)

---

1) Als näheren Beleg für die Schwankungen in der Grösse der Kugeln an ein und derselben Stelle der Retina diene folgende kleine Tabelle.

*Vertheilung der Kugeln in der Fläche nach ihrer Farbe.*

Zählungen der farbigen Kügelchen ergaben für den von einem Quadrat des Ocularmicrometers eingeschlossenen Flächenraum die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Werthe.

Macula vom Hahn. Zeiss' Immersionsobjektiv L, Ocular 3 mit Mikrometer. Vergrößerung 2000.

|                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Rothe Kugel. 4,0 Okularstriche. | Grünelbe K. 4,5 Okulartheilstriche. |
| 4,0                             | 4,25                                |
| 4,0                             | 4,25                                |
| 4,0                             | 4,75                                |
| 4,25                            | 4,6                                 |
|                                 | 4,5                                 |

Mittlerer Werth 4,05

Mittlerer Werth 4,47

Mittlere absolute Grösse 3.12  $\mu$ . Mittl. absol. Grösse 3.44  $\mu$ .

Ausserhalb der Macula, um die Breite eines Gesichtsfeldes (0,08 m.) verschoben.

|                                     |                    |
|-------------------------------------|--------------------|
| Rothe K. = 5.0                      | Grünelbe K. = 4,25 |
| 4,75                                | 4,75               |
| 5,0                                 | 4,5                |
| 4,8                                 | 4,5                |
| 4,6                                 | 5,0                |
| Mittlerer Werth . . . . . 4,83      | 4,6                |
| Mittlere absolute Grösse 3,72 $\mu$ | 3,54 $\mu$         |

**Tabelle II.**

|                                         | M.     | R. F.                            | P. R. | A. e. | V. P. | п. P. | Or. s. |
|-----------------------------------------|--------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| <b>Fink.</b> Rothe . . . . .            | 60     | 58—75                            | 34    | 23    | 33    | 33    |        |
| Orangene . . . . .                      | 92     | 70<br>60                         | 35    | 25    | 33    | 33    |        |
| Grosse grüne . . . . .                  | —      | —                                | 88    | 56    | 99—91 | 87    |        |
| Kleine » . . . . .                      | 254    | 144                              | 39    | 20    | 11    | 21    |        |
| Total . . . . .                         | 406    | 349                              | 196   | 124   | 176   | 174   |        |
| Summe, berechnet<br>auf 1 □ mm. . . . . | 82000  | 62050                            | 34848 | 22047 | 31292 | 30937 |        |
| <b>Taube.</b> Rothe . . . . .           | 179    | 87<br>119 hintere<br>108 vordere | 20    | 16    | 20    | 19    | 3      |
| Orangene . . . . .                      | 86     | —                                | 25    | 11    | 26    | 16    | 5      |
| Kleine grüne . . . . .                  | 350    | 72                               | 21    | 14    | 32    | 31    | 22     |
| Ungefärbte . . . . .                    | 58     | —                                | —     | —     | —     | —     | —      |
| Grosse grüne . . . . .                  | —      | —                                | 96    | 61    | 96    | 78    | 62     |
| Total . . . . .                         | 673    | 386                              | 162   | 102   | 174   | 144   | 92     |
| Summe, berechnet<br>auf 1 □ mm. . . . . | 119659 | 68630                            | 28803 | 18135 | 30937 | 25603 | 16357  |
| <b>Hahn.</b> Rothe . . . . .            | 106    | 52                               | 23    | 16    | 21    | 19    | 4      |
| Gelbe . . . . .                         | 81     | 58                               | 22    | 17    | 23    | 19    | 1      |
| Gelbgrüne . . . . .                     | 164    | —                                | 19    | —     | —     | —     | —      |
| Farblose . . . . .                      | 50     | 46                               | —     | 19    | 22    | 17    | —      |
| Grosse grüne . . . . .                  | —      | 114                              | 50    | 42    | 53    | 45    | 29     |
| Total . . . . .                         | 401    | 270                              | 114   | 94    | 119   | 100   | 34     |
| Summe, berechnet<br>auf 1 □ mm. . . . . | 71297  | 48006                            | 20269 | 16713 | 21158 | 17780 | 6045   |

Zur Veranschaulichung der in den Tabellen I u. II enthaltenen Resultate gebe ich auf Tafel I. Abbildungen von Flächenansichten der wichtigsten Stellen.



In der *Macula* sind, wie man bemerkt, absolut die meisten Kugeln. Davon liefern die gelblich grünen bei weitem das grösste Contingent <sup>1)</sup>. Bezeichne ich die Anzahl der rothen Kugeln für jeden Vogel mit 100, so ist die der orangenen bei der Taube etwa 60, beim Hahn 80, die der gelbgrünen 250 bei der Taube, 150 beim Hahn. Beim Hahn und der Taube sind ausserdem noch ungefärbte Kügelchen in geringer Anzahl vorhanden.

Im *rothen Feld* wird das Verhältniss ein ganz anderes. Die absolute Zahl der farbigen Kugeln beträgt noch nicht zwei Drittel von der auf gleichem Raume in der *Macula* vorhandenen. Während ferner die rothen verhältnissmässig etwas weniger zahlreich sind als in der *Macula*, ist die Menge der orangenen relativ sehr bedeutend. Dabei treffen wir hier eine sehr eigenthümliche Anordnung der Kugeln an. Wie Fig. 10 vom Finken zeigt, sehen wir die rothen Kugeln fast immer von zwei orangenen eingeschlossen und zwar so, dass verzweigte Ketten von abwechselnd rothen und orangenen Kugeln entstehen. Diese Ketten bilden dadurch, dass sie bald mehr gerade, bald mehr bogenförmig oder sogar ringförmig verlaufen, dabei im Allgemeinen einen constanten Abstand von einander innehalten, sehr auffällige labyrinthische Figuren. In den kleinen durch die Ketten abgeschlossenen Räumen befinden sich dann die gelbgrünlichen Kugeln. Aehnliche Verhältnisse finden wir im rothen Feld der Taube wieder. In der Vogelnetzhaute haben wir also keinesfalls eine Spitzbogenförmige Anordnung der Sehelemente, wie uns dieselbe

---

1) Vielleicht sind in meiner Tabelle etwas zu wenig orangene Kügelchen angegeben. Sie sind wegen ihrer tiefen Lage oft etwas schwierig zu sehen.

M. Schultze l. c. Tafel XII für die menschliche Retina angiebt. Das Verhältniss der orangenen zu den rothen im rothen Felde ist, die Anzahl der rothen bei jedem Vogel gleich 1 gesetzt, für die Taube = 2.5, Hahn = 1, Fink = 1.5. Beim Hahn haben wir ausserdem noch etwa 2 mal so viel grüne von grossem Durchmesser und ausserdem noch farblose. Das grüne Element sehen wir beim Finken und der Taube vertreten, in einer Ansammlung von kleinen Kügelchen, die bei der Taube an Zahl ungefähr den rothen gleich, beim Finken beinahe 3 mal so zahlreich als diese sind. Bei der Taube sehen wir ausserdem *allein in diesem Feld* das bekannte rothe körnige Pigment in den Zapfennengliedern auftreten.

An der *Peripherie der Macula* gegen den Aequator hin, ändert sich das Verhältniss plötzlich sehr beträchtlich. Wie unsere Tabelle angiebt, treten hier bei allen drei Vogelarten grosse grüne Kugeln plötzlich in den Vordergrund und zwar in bedeutender Uebersahl über die rothen und orangenen. Beim Finken und der Taube hatten wir in der *Macula* und im rothen Feld hiervon noch keine Andeutung. Das Verhältniss ist hier

|               | Rothe. | Orange. | Grüne.         |
|---------------|--------|---------|----------------|
| beim Finken   | 1      | 1       | $2\frac{1}{2}$ |
| bei der Taube | 1      | 1       | 4              |
| beim Hahn     | 1      | 1       | 2.             |

Ausser diesen drei Kugelarten sehen wir noch eine vierte auftreten, welche aus kleinen grünlichen besteht und wahrscheinlich den kleinen grünlichen in der rothen Zone und den intensiver gelbgrünlichen der *Macula* entspricht. Sie kommen an Zahl den rothen und orangenen ungefähr gleich. Dies Häufigkeitsverhältniss bleibt mit Ausnahme der *Macula*, des rothen Feldes und der *Ora serrata* in der übrigen *Retina* dasselbe. Beim Hahn und der

Taube finden wir sie auch in der Uebergangsgegend zwischen Macula und rothem Feld, wie auch zwischen Ora serrata und rothem Feld, überhaupt im ganzen Umfang des letztern. Beim Finken ist es, der Kleinheit der Netzhautdimensionen wegen etwas schwerer diese Uebergänge nachzuweisen.

Gegen den Aequator zu nimmt die absolute Menge der Kugeln ab, während die relative Häufigkeit der verschiedenen farbigen Elemente sich gleich bleibt.

Sowohl *vor als hinter dem Pecten* bleibt die relative Anzahl die gleiche. Nach meiner Tabelle scheint dagegen die *absolute* Anzahl, namentlich bei der Taube, hinter dem Pecten etwas geringer als vor demselben.

Dicht an der *Ora serrata* wird das Verhältniss ganz unregelmässig. Zeigt schon die Grösse der Kugeln unter sich keine Uebereinstimmung mehr, indem wir hier eine Volumsabnahme bis zur Grösse von kleinen Pigmentkörnchen wahrnehmen, so ist dies noch in viel höherem Masse mit der Vertheilung der Farben der Fall. Die alle andern überdauernden Kugeln sind die grünen, die hier ohne Gesetzmässigkeit in allen Dimensionen und Nuancen vorkommen. Bei der Taube bleibt ein schmaler, ungefähr 0,08 mm. breiter Rand übrig, wo nur grüne vorkommen. Beim Hahn findet man einige, wenn auch wenige rothe und orangene Kügelchen sporadisch bis an den äussersten Rand. In jedem Falle überwiegt auch hier das Grün. Beim Finken war es mir unmöglich, ein hinreichend gutes Praeparat der Ora serrata zu bekommen.

*Tiefenvertheilung der farbigen Kugeln in der Netzhaut.*

Die Tiefenvertheilung wurde an Flächenpräparaten bestimmt mittelst der Mikrometerschraube des Mikros-



koptubus, an welcher zu dem Zweck eine Kreistheilung und ihr gegenüber ein feststehende spitzer Zeiger angebracht war. Eine Drehung um einen Theilstrich entsprach einer Hebung bezüglich Senkung des Focus um  $\frac{1}{220}$  mm. Der Focus wurde jedesmal so genau wie möglich auf den grössten Umkreis des Kügelchens eingestellt.

Es ergab sich nun Folgendes.

Im *peripherischen Theil der Netzhaut* liegen am weitesten nach aussen, der Chorioidea zu, die grossen grünen Kugeln, ihnen folgen die rothen, diesen die orangenen, mit welchen letzteren ungefähr im selben Niveau, vielleicht etwas mehr nach innen, die kleinen schwachgefärbten liegen. Beim *Hahn* ist der Verticalabstand der rothen von den grünen 2—3  $\mu$ , der orangenen von den rothen 1—3  $\mu$ . Bei einem *Zeisig*, den ich auf die Höhendifferenz untersuchte, fand ich den Abstand zwischen den grünen und rothen ungefähr 1—2  $\mu$ , zwischen den rothen und orangenen 0,5—1  $\mu$ , kleine schwachgefärbte im selben Niveau mit den orangenen. Bei der *Taube* ist die Höhendifferenz zwischen den grünen und rothen 2.36 (im Mittel aus 8 Beobachtungen), derjenige zwischen den rothen und orangenen 0.54  $\mu$ , der Vertikalabstand zwischen den grünlichen und orangenen 0.47  $\mu$ .

Im *rothen Feld* ändert sich die Tiefenvertheilung beträchtlich. So haben wir beispielsweise bei der Taube, von aussen beginnend, eine Lage orangene, darauf folgt nach innen zu in einem Abstand von 2.6  $\mu$  (Mittel aus 6 Messungen) die *rothen* Kugeln, auf diese in einem Abstand von 0.6  $\mu$  eine zweite Lage orangener, worauf kleine grünliche in einem Abstand von 0.4  $\mu$  die innerste Lage farbiger Kugeln bilden.

Beim Hahn und Finken sind die am weitesten nach

aussen gelegenen die grünlichen Kugeln; ihnen folgen die rothen, diesen grüne und schwachgefärbte (beim Hahn auch die farblosen), und die innerste Schicht bilden die orangenen.

In der *Macula* liegen die farbigen Kugeln alle ungefähr im selben Niveau oder ist die Höhendifferenz doch so gering, dass sie sich nicht deutlich mit der Mikrometerschraube bestimmen lässt.

Fassen wir nun die Ergebnisse unserer Untersuchung zusammen, so kommen wir zu folgenden Resultaten.

Bei jeder der drei untersuchten Vogelspecies kann man im Grossen und Ganzen vier Typen von farbigen Kugeln unterscheiden.

1. Rothe Kugeln, die in der ganzen Retina vorkommen.
2. Orangene, beim Hahn mehr gelbe, gleichfalls allerwärts in der Retina.
3. Gelblichgrüne, grosse Kugeln, die nur in der Peripherie vorkommen.
4. Farblose und Schwachgefärbte, meist sehr kleine, überall in der Retina. Beim Hahn fallen in diese Gruppe bläuliche, blaugrünliche, gelbgrünliche und farblose. Diese mit wechselndem, jedoch im Allgemeinen kleinen Durchmesser.

In der *Macula* finden wir die kleinsten, aber auch die meisten Sehelemente. Kleine rothe, orangene, intensiv gelblich grüne, ungefärbte Kügelchen reihen sich hier aneinander. Die gelbgrünlichen, den andern an Zahl bei Weitem überlegen, haben eine entschieden viel intensiver gelbe Nuance als die entsprechenden Kugeln der Peripherie. Dürfte dies nicht einiger Beachtung werth sein? Scheint es doch hiernach, das die Natur auch

in der Macula des Vogelauges eine Einwirkung blauer Strahlen möglichst zu vermeiden sucht, indem sie dem Farbstoff der gelben Kugeln eine stärkere Sättigung zutheilt, als in der Peripherie? Vielleicht wird hierdurch ein ähnlicher physiologischer Effect erzielt, wie durch die Anhäufung diffusen gelben Pigments in der Macula lutea des Menschen.

Die *peripherischen Theile der Netzhaut* bis dicht an die Ora serrata heran, jedoch mit Ausnahme des rothen Feldes, enthalten auf gleichem Raum etwa 4 mal weniger Kugeln als die Macula. Die Kugeln sind grösser, und im Verhältniss zu den rothen oder orangenen (die sich an Zahl ungefähr gleich sind), finden wir mehr grüne, daneben auch kleine blassbläuliche und blassgrünliche, sowie farblose Kügelchen.

Was lassen uns diese Verhältnisse vermuthen? Eine im Allgemeinen verminderte Localisation der Farbenempfindung in der Peripherie gegenüber der Macula, gepaart mit einer stärkeren Empfindlichkeit für die brechbareren Strahlen. Unsere mikrospektralanalytische Untersuchung ergab ja schon für die grossen grünen Kugeln des Hahns ein ungeschwächtes Durchlassen des Blau bis F  $\frac{1}{2}$  G.

Ganz eigenthümlich, allen bisherigen physiologischen Vorstellungen befremdlich gegenüber, steht der von uns als *rothes Feld* bezeichnete Theil der Netzhaut da, mit seiner enorm vermehrten Anzahl rother und besonders orangener resp. gelber (Hahn) Kugeln, und dem Zurücktreten der grossen grünen. Warum an dieser Stelle, die dem Sehen nach vorne zu dient, die Einwirkung der gelben, orangenen und rothen Strahlen so sehr bevorzugt ist, scheint vorläufig nicht erklärlich zu sein.



Dass das *Pecten* für die Farbenperception irgendwelche Bedeutung habe, muss nach unseren Untersuchungen bezweifelt werden. Vor wie hinter demselben bleiben Grösse, Farbe, relative Menge der Kügelchen gleich. Nur die absolute Anzahl scheint hinter dem *Pecten*, namentlich bei der Taube, etwas vermindert zu sein. Die Bedeutung des *Pecten* muss also in einer anderen Richtung liegen. Diese zu ermitteln wird vielleicht der vergleichend-morphologischen Forschung eher gelingen als dem physiologischen Versuch.

---

### ERKLÄRUNG VON TAFEL I.

(Vergrößerung 500 mal.)

---

Figg. 1—4 vom Hahn, 5—8 von der Taube, 9—11 vom Fink.

- Figg. 1. 5. 9. Macula  
 „ 2. 6. 10. Rothcs Feld.  
 „ 3. 7. 11. Peripherie der Netzhaut.  
 „ 4. 8. An der Ora serrata.
-

## KLEURVERGELIJKINGEN

DOOR

F. C. DONDERS.

I.

VERGELIJKINGEN VAN GEMENGD GEEL (UIT ROOD EN  
GROEN) MET SPECTRAAL.

(Onder medewerking van Dr. WÄELCHLI, Dr. SULZER en Dr. BURNHAM.)

Bij de vergelijkingen van spectraal geel (ongeveer D) met mengsels van spectraal rood en groen, had Lord Rayleigh <sup>1)</sup> opgemerkt, dat de daartoe gevorderde verhouding dezer componenten bij verschillende personen zeer uiteenliep. Het mengsel, dat voor hem zelf en voor de meesten geel gaf, was voor enkelen, onder anderen voor drie zijner zwagers, „hopelessly too red, almost as red as red sealingwax.” Om geel te krijgen, moest de proportie van rood zeer verminderd worden, en voor het gewone oog was de kleur dan flink groen.

Voor nadere proeven op een groot aantal personen bediende hij zich van een smalle doos of koker, 2 voet lang en 2 duim hoog en breed. Het licht, aan ééne zijde door een verschuifbare spleet intredende, valt op een dubbelbrekend prisma en daarachter op de collimator-lens; daarop volgt het dispersie-prisma (à vision directe)

1) Nature. 1881. Vol. XXV p. 64, — meegedeeld op de Brit. Association. Sept. 2. 1881.

en een tweede lens, die in de oogspleet, aan de andere zijde der doos, twee zuivere spectra doen ontstaan. Onmiddellijk achter de oogspleet bevindt zich een draaiende Nicol, met schaal. Door draaiing van het dubbelbrekend prisma schuift het eene spectrum over het ander, en door beweging der lichtspleet verschuiven ze gezamenlijk. Op deze wijze kunnen verschillende kleuren der twee spectra gemengd en hare proportie door draaiing van den Nicol geregeld worden.

Een kleine verticale reflector, onder ongeveer  $45^\circ$  tusschen het dubbelbrekend prisma en de collimator-lens geplaatst, alléén de onderste helft van het gezichtsveld bedekkende, is bestemd, om langs een zijdelingsche spleet invallend licht terug te kaatsen, dat, door het dispersie-prisma gebroken, een derde spectrum in de oogspleet brengt, leverende de vergelijkingskleur. Als lichtbronnen gebruikte Lord R. Argandsche gasvlammen, met opale ballons. — De waarneming geschiedt zonder oculair, het oog onmiddellijk vóór de oogspleet — als in de vergelijkingen van Maxwell.

Het onderzoek werd toegepast op 23 mannen, de meesten, studenten in het laboratorium. Van deze 23 kwamen, binnen de grenzen der waarnemingsfout, 16 met Lord R. overeen. Bij 5 werd een afwijking gevonden in den genoemden zin: bij de drie gebroeders (een vierde broeder en drie zusters waren normaal) en bij nog twee anderen. Lord R. noemd het „an interesting peculiarity of colourvision, quite distinct of colourblindness” en zegt uitdrukkelijk, dat hun kleurzin overigens normaal was: „Their appreciation of small colourdifferences is as distinct as usual.” In één geval (bij F. M. Balfour) schenen proeven met de draaischijf dit werkelijk te bewijzen. — Twee weken in tegengestelden zin af, maar



de één slechts weinig en bij den ander was moeilijk een vergelijking te krijgen. Van dezen laatste, zegt de schrijver, dat de kleurzin niet normaal was.

Die uitkomst was zeer verrassend. Zouden er, zooals Lord R. onderstelt, twee klassen van oogen zijn met normalen kleurzin, verschillend alléén ten opzichte der proportie van rood en groen, tot het vormen van geel gevorderd?

Ik besloot, mij daaromtrent nader te vergewissen.

Bij de herhaling van het onderzoek, verleenden de Heeren Drs. Waelchli, Sulzer en Burnham, bovengenoemd, mij hunne gewaardeerde medewerking.

Daarbij nu maakten wij gebruik van mijn vroeger beschreven spleettoestel <sup>1)</sup>, met drie spleten: twee gekoppelde naast elkander en één enkelvoudige, onmiddellijk onder de gekoppelde, in horizontale richting bewegelijk. De enkelvoudige spleet gaf ons het spectrale geel (naar verkiezing ook iedere andere kleur), de gekoppelde de twee elkander dekkende componenten, rood en groen. Van beide zijn de schroeven binnen het bereik van den waarnemer: door draaien aan die der gekoppelde verkrijgt hij gelijkheid van kleur, aan die der enkelvoudige gelijkheid van lichtsterkte. Zoo werd dus niet alleen de proportie van het mengsel, maar (in de gevorderde wijdte der enkelvoudige spleet) ook de verkregen intensiteit 4 gevonden. De som van de wijdte der gekoppelde spleten brachten wij op 1 mm., beantwoordende aan 100 op de schaal. — De lichtbron was een sterke gasvlam (brander van Sugg), in een cilinder, 80 cM. hoog en 30 cM. middellijn besloten, van welke vlam top

---

1) Zie v. d. Weyde, Methodisch onderzoek der kleurstelsels van kleurblinden. 1882 p. 18 e. v.

en basis door een diaphragma werden afgesneden, zoodat alléén het constante middengedeelte, 2 cM. hoog, toegang vond tot een mat geslepen wit glas, dat als lichtbron diende. Op een tweede spleet, welker hoogte en breedte konden gewijzigd worden, volgde nu een korte platte buis, omsloten door een iets langeren fluweelen koker, die met zijn einde onmiddellijk tegen den spleet-toestel lag en alle ander licht uitsloot. De drie spleten ontvingen nu het licht van het matte glas dat gelijkmatig altijd hetzelfde licht uitzond <sup>1)</sup>. Eveneens bereikte van ieder punt der spleten het licht onbelemmerd het geheele vlak der collimator-lens en troffen van ieder punt van het prisma al de uittredende stralen de collectief-lens. Tusschen prisma en collectief-lens, onmiddellijk vóór de laatste, zijn nu nog de tweeling-prisma's van von Kries en von Frey <sup>2)</sup> aangebracht: twee zeer dunne prismata, met hunne brekende kanten in een horizontale lijn vereenigd. Zodoende leveren de drie spleten zes spectra: twee enkelvoudige en twee elkander voor een deel dekkende paren; en van die spectra valt één der enkelvoudige en één der paren in de oculair-spleet, en wel de onderste der elkander dekkende paren en het bovenste van de enkelvoudige spectra. De drie andere vallen buiten de oculair-spleet. Het onmiddellijk voor de spleet geplaatste oog ontvangt nu al het hieraan beantwoordende licht der drie eerstgenoemde spectra, dat van het enkelvoudige in eenigszins

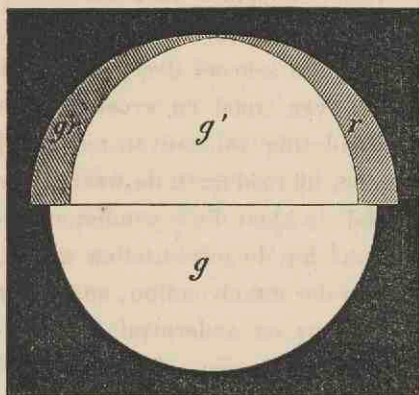
---

1) Werd het spectroscop tot een centimeter of zelfs meer evenwijdig aan het matte glas verschoven of wel minder volkomen loodrecht op het matte glas gericht, zoo bleef dit zonder invloed op de vergelijkingen: het matte glas bleek dus een geschikte lichtbron te zijn.

2) Archiv f. Physiologie. 1881. S. 336.

stijgende, dat van de gekoppelde in eenigszins dalende richting — welk licht, in het oog divergent gebleven,

Fig. 1.



op het netvlies een cirkel vormt (Fig 1), beantwoordende aan den vorm der collectief-lens, waarvan de onderste helft  $g$  zich in het enkelvoudige, de bovenste  $g'$  in het gemengde licht vertoont, gescheiden alleen door een horizontale lijn, de verbindingslijn der tweelingspectra. Het

verschil van richting der groene en der roode stralen is oorzaak, dat de cirkels elkander niet volkomen dekken, en dus aan de eene zijde het groen  $gr$ , aan de andere het rood  $r$  een weinig uitsteekt.

Lord R. had het als componenten gebezigde rood en groen niet nader bepaald en als spectraal-geel ook slechts ongeveer D gebruikt. Om vaste vergelijkbare proporties te verkrijgen, wenschten wij van bepaalde golflengten uit te gaan en vonden de aan de Li-, de Na- en de Tl- streep beantwoordende, resp.  $\lambda$  0.6705,  $\lambda$  0.589 en  $\lambda$  0.535  $\mu$ , zeer geschikt. Wij noemen ze verder Li-rood, Na-geel en Tl-groen. Zij hebben het voordeel, dat zij ook met eenvoudige toestellen gemakkelijk te vinden en te controleeren zijn. Op de bepaling van Li-rood komt het zeer nauw aan: de lichtsterkte verandert hier zoo snel, dat een verschil in golflengte van 0.001  $\mu$  in de gevorderde proportie reeds zeer merkbaar is. Wanneer door verder draaien de reeds gesloten spleet



eenigszins geforceerd geworden was, bleek de aanwijzing niet meer nauwkeurig te zijn: wij waakten daartegen later door het aanbrengen van arrêts.

Bij de waarneming werd de spleet voor het enkelvoudige geel op ongeveer 20 schaaldeelen = 0.2 mm. gesteld. Door draaiing aan de schroef der gekoppelde verkrijgt men de mengsels van rood en groen in alle proporties, met kleursverandering van zuiver rood, bij groen = 0, tot zuiver groen, bij rood = 0: de waarnemer zet de proportie in, waarbij de kleur die is van het enkelvoudige geel. Daarop maakt hij de intensiteiten gelijk, door draaiing aan de schroef der enkelvoudige, en wijzigt nu, zoo noodig, weer de kleur en andermaal de intensiteit, afwisselend, tot beide gelijk zijn. Op de trommel der gekoppelde spleten is nu de proportie der componenten, op die der enkelvoudige de intensiteit van het daaraan beantwoordende geel af te lezen.

De uitkomst was, dat de vergelijkingen der meeste waarnemers weinig uiteenliepen, — veelmeer evenwel dan de waarnemingsfout. Bij een reeks van 10 waarnemingen verkregen, als gemiddelde afwijking van de gemiddelde:

|                                      | Donders. | Waelchli. |        | Burnham. |       | Sulzer. |       |
|--------------------------------------|----------|-----------|--------|----------|-------|---------|-------|
|                                      | O. S.    | O. D.     | O. S.  | O. D.    | O. S. | O. D.   | O. S. |
| Voor de proportie van rood en groen. | 0.31 %   | 0.92 %    | 1.76 % | 0.31     | 0.36  | 0.48    | 0.42  |
| Voor de intensiteit.                 | 0.41     | 1.58      | 1.32   | 2.1      | 1.6   | 0.7     | 0.4   |

Op 10 verschillende dagen, ééne waarneming per dag, bedroegen de gevondene gemiddelde waarden en de genoemde afwijkingen voor

|              | Spleetwijdten in 0.01° mm. |      |           |              |           |
|--------------|----------------------------|------|-----------|--------------|-----------|
|              | Procenten.                 |      |           | Intensiteit. |           |
|              | Tl                         | Li   | Gem. afw. | Na.          | Gem. afw. |
| Donders. . . | 29.8                       | 70.2 | 0.45      | 24.6         | 1.27      |
| Engelmann .  | 25.7                       | 74.3 | 0.94      | 23.4         | 1.8       |

In deze afwijkingen liggen alle bronnen van fout, ook die der samenstelling en van het branden van het gas op de verschillende dagen, opgesloten.

De tabel nu wijst aan, dat spleetwijdten (intensiteiten) van 0.298 en 0.257 mM., aan Tl, en 70.2 en 74.3, aan Li van gaslicht beantwoordende, resp. bij Donders en bij Engelmann geel leveren, in kleur overeenkomende met D, en wel in helderheid gelijk staande met D van het spectrum van hetzelfde gaslicht, verkregen bij een spleetwijdte van 0.246 en 0.234 mM., met gemiddelde afwijking van de gemiddelde, voor Tl en Li van 0.0045 en 0.0094, voor Na van 0.0127 en 0.018.

Men ziet, dat de waarnemingsfouten, vooral voor de proportie van Tl en Li, niet groot zijn, dat de gemiddelde uitkomsten veel meer uiteenloopen dan het bedrag dier fout en dat het resultaat eener enkele waarneming voor de statistiek voldoende is.

Bij Sulzer was er een zeer merkbaar verschil voor

O. D. 30.5 Tl. en 69.5 Li.

O. S. 19.8 „ en 80.2 „

Voor de groote meerderheid ligt de gevonden proportie tusschen die voor de oogen van Donders en Engelmann.

Om ook bij min geoefenden zeker te zijn van eene bruikbare inzetting, werd hun een teekening verklaard, als fig. 1, in de juiste kleur, en daarop vertoond in het

spectroscoop. Op de vraag, of  $g'$  en  $g$  hier beide hetzelfde geel waren als op de teekening, volgde nu meestal: ja! Nu hadden ze te zeggen, terwijl aan de trommel der gekoppelde langzaam gedraaid werd, wanneer  $g'$  óf roodachtig óf groenachtig werd. En eindelijk hadden ze zelf daaraan te draaien, tot  $g'$  geel was als  $g$ . Lag dit ongeveer in 't midden tusschen de standen, waarbij  $g'$  rood- en groenachtig werd genoemd, dan werd de waarneming voldoende gekeurd. Werd dáárin gefaald, dan werd op nieuw begonnen.

De intensiteit, waaromtrent het oordeel minder nauwkeurig is (zie boven), werd bij de minder geoefenden op gelijke wijze bepaald als de kleur: aangeven, waar te donker, waar te helder, gevolgd door zelf stellen.

Hieronder volgt nu een tabel der op 56 personen verkregen waarnemingen, 48 van het mannelijk, 8 van het vrouwelijk geslacht, de eersten grootendeels studenten in de geneeskunde, benevens eenige Doctoren en eenige leerlingen van het gymnasium. Bij velen zijn de gemiddelden van twee, bij de eerste nummers van een nog grooter aantal waarnemingen genomen. Waar rechter en linker oog niet afzonderlijk zijn aangegeven, werd slechts één oog bepaald en bleek de vergelijking voor het tweede daarvan slechts weinig af te wijken. Bij sommigen is verzuimd, de intensiteit van Na op te nemen of op te teekenen.



| N <sup>o</sup> . | N A A M.                       | Oog.    | Tl + Li = Na. |      |       | N <sup>o</sup> . | N A A M.                        | Oog.  | Tl + Li = Na. |      |       |
|------------------|--------------------------------|---------|---------------|------|-------|------------------|---------------------------------|-------|---------------|------|-------|
|                  |                                |         | Tl            | Li   | = Na. |                  |                                 |       | Tl            | Li   | = Na. |
| 1                | Prof. Donders . . . . .        | Regter. | 29.8          | 70.2 | 24.6  | 27               | Anspach, St. . . . .            | R.    | 27.6          | 72.4 | 19.8  |
|                  | " . . . . .                    | Linker. | 29.4          | 70.6 | 23.3  | 28               | v. d. Boogaard, St. . . . .     | R. L. | 30.7          | 69.3 | 23.2  |
| 2                | Prof. Engelmann . . . . .      | R. L.   | 25.7          | 74.3 | 21.6  | 29               | v. d. Brugge, St. . . . .       | R.    | 26.9          | 73.1 |       |
| 3                | Dr. Waelchli. . . . .          | R. L.   | 31            | 69   | 24.8  | 30               | Verhaegh, St. . . . .           | R. L. | 27.8          | 72.2 |       |
| 4                | Dr. Sulzer. . . . .            | R.      | 30.5          | 69.5 | 23.04 | 31               | Dr. Bouvin . . . . .            | R. L. | 28.9          | 71.1 |       |
|                  | " . . . . .                    | L.      | 19.8          | 80.2 | 19.95 | 32               | Betz, St. . . . .               | R. L. | 22.9          | 77.1 |       |
| 5                | Dr. Burnham . . . . .          | R.      | 25.1          | 74.9 | 23.1  | 33               | Duboeuf, St. . . . .            | R.    | 27.5          | 72.5 |       |
|                  | " . . . . .                    | L.      | 24.7          | 75.3 | 19.8  | 34               | Camp, St. . . . .               | R.    | 26.3          | 73.7 |       |
| 6                | Kagenaar . . . . .             | R. L.   | 31            | 69   | 27.7  | 35               | Lusterink, . . . . .            | R. L. | 24.3          | 75.7 |       |
| 7                | Prof. Hubrecht. . . . .        | R.      | 27.7          | 72.3 | 19.2  | 36               | Soest, . . . . .                | R.    | 30.2          | 69.8 |       |
|                  | " . . . . .                    | L.      | 28.3          | 71.7 | 19.6  | 37               | v. Schaik, . . . . .            | R.    | 28.8          | 71.2 |       |
| 8                | Prof. Robbers(Lond.) . . . . . | R. L.   | 29.2          | 70.8 | 25.6  | 38               | Dr. Widmark . . . . .           | R.    | 26.2          | 73.8 |       |
| 9                | Dr. v. Bemmelen. . . . .       | R. L.   | 28.8          | 71.2 | 23.2  | 39               | Dr. Höltschke. . . . .          | R. L. | 27.0          | 73   |       |
| 10               | Oudemans, St. . . . .          | R. L.   | 31            | 69   | 23.5  | 40               | Tanman. . . . .                 | R.    | 30.6          | 69.4 |       |
| 11               | Dr. Hamburger. . . . .         | R.      | 30.1          | 69.9 | 26.6  | 41               | Ecker. . . . .                  | R.    | 25.2          | 74.8 |       |
| 12               | Einthoven, St. . . . .         | R. L.   | 24.8          | 75.2 | 22.2  | 42               | Huyghens . . . . .              | R. L. | 23            | 77   |       |
| 13               | v. Blaricum, St. . . . .       |         | 28.3          | 71.7 | 26    | 43               | B. . . . .                      | R.    | 25.2          | 74.8 |       |
| 14               | Cramer, St. . . . .            | R. L.   | 29.2          | 70.8 | 28    | 44               | de Haan. . . . .                | R.    | 29            | 71   |       |
| 15               | Dolberke, St. . . . .          | R.      | 28.5          | 71.5 | 23    | 45               | Engelmann Fr. . . . .           | R. L. | 27.7          | 72.8 | 20.3  |
| 16               | v. Olst, Gymn. . . . .         | R.      | 26.8          | 73.2 | 21.5  | 46               | K., vrouw. . . . .              | R.    | 28.4          | 71.6 | 20.2  |
| 17               | Rijkebusch, Gymn. . . . .      | R.      | 28            | 72   | 23    | 47               | T. A., " . . . . .              | R.    | 29.7          | 70.3 |       |
| 18               | Boerkamp, -St. . . . .         | R. L.   | 23.8          | 76.2 |       | 48               | W., " . . . . .                 | R.    | 28.5          | 71.5 |       |
| 19               | Trenité, St. . . . .           | R. L.   | 22.9          | 77.1 | 19.7  | 49               | T. E., " . . . . .              | R.    | 28.6          | 71.4 |       |
| 20               | Teljer, St. . . . .            |         | 25.6          | 74.4 | 22.6  | 50               | T. P., " . . . . .              | R.    | 25.1          | 74.9 |       |
| 21               | Vlaanderen, St. . . . .        | R. L.   | 30.3          | 69.7 | 20.8  | 51               | S. M., " . . . . .              | R.    | 27            | 73   |       |
| 22               | Rebel, St. . . . .             | R. L.   | 27.1          | 72.9 | 22    | 52               | E., " . . . . .                 | R.    | 25.5          | 74.5 |       |
| 23               | Snoeck Jr., St. . . . .        | R. L.   | 29.7          | 70.3 | 20.5  | 53               | E. P., " . . . . .              | R.    | 25.5          | 74.5 |       |
| 24               | Alers, St. . . . .             | R. L.   | 26.6          | 73.4 | 23    | 54               | v. Loon. . . . .                | R. L. | 28.9          | 71.1 |       |
| 25               | Lebbe, St. . . . .             | R. L.   | 29.6          | 70.4 | 21    | 55               | Dr. v. Genderen Stort . . . . . | R. L. | 30.2          | 69.8 | 23.3  |
| 26               | Das, St. . . . .               | R. L.   | 28.3          | 71.7 | 24.8  | 56               | Hoorweg, St. . . . .            | R.    | 22.2          | 67.8 | 18    |

De tabel wijst aan :

Thallium . . . . . 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22,  
 bij personen . . . . . 6 8 11 10 6 6 6 2 3 1.

Uit deze cijfers blijkt, dat er maar één maximum is,

beantwoordende aan Tl 29 en 28, dus aan 28.6, van waar naar beide zijden het aantal personen afneemt. Deze behooren dus allen tot ééne en dezelfde categorie.

De gevorderde proportie loopt uiteen van Tl 23 op Li 77, tot Tl 31 op Li 69. Deze grenzen worden ook reeds door de meer geoefende waarnemers, de eersten op de lijst, bereikt en verdienen dus alleszins vertrouwen.

Naast dezen nu vonden wij onder onze studenten al dadelijk een viertal, die, ver buiten de genoemde grenzen liggende, tot de tweede categorie van Lord R. behooren. Zij zijn opgenomen in onderstaande tabel, als 57, 58, 59 en 60, te gelijk met 1 en 2 der bovenstaande groote tabel, ter vergelijking:

|                         | Tl.  | + | Li.  | = | Na.  | Li. : Tl. = |
|-------------------------|------|---|------|---|------|-------------|
| 57 Blonk, St. . . . .   | 53.3 |   | 46.7 |   | 26.2 | 0.88        |
| 58 Snel, St. . . . .    | 48.7 |   | 51.3 |   | 26.8 | 1.05        |
| 59 Van Dugteren, St.    | 51.6 |   | 48.4 |   | 29.5 | 0.94        |
| 60 Persijn, St. . . . . | 53.6 |   | 46.4 |   | 29.6 | 0.87        |
| 1 Donders . . . . .     | 29.8 |   | 70.2 |   | 24.6 | 2.34        |
| 2 Engelmann. . . . .    | 25.7 |   | 74.3 |   | 23.4 | 2.89        |

Het blijkt, dat de vier eerste gevallen dezer tabel genoegzaam met elkander overeenkomen, maar ver afwijken van de beide laatsten. Zij vormen dus ongetwijfeld eene tweede categorie. Maar is hun kleurzin overigens normaal, zooals Lord R. voor zijne gevallen aanneemt? — Wij vonden het tegendeel. Alle vier hebben een zwakken kleurzin (naderen tot het tweekleurenstelsel der zoogenaamde kleurblinden), zooals bij het ontejferen der pseudo-isochromatische tafels van Stilling al dadelijk aan den dag kwam en op andere wijzen werd bevestigd. Dit wekte het vermoeden, dat in 't algemeen aan de gevallen, waarvoor de gevonden proportie gold,

een zwakke kleurzin zou eigen zijn. Om ons daaromtrent te vergewissen, onderzochten wij nog eenige personen, wier zwakke kleurzin ons reeds van vroeger bekend was en eenige anderen, die onder de studenten van den praktischen cursus en onder de leerlingen van het gymnasium spoedig gevonden waren 1). In 't algemeen nu bevestigden die gevallen ons vermoeden. Aldus:

|                      | Tl   | + | Li   | = | Na.  | Li : Tl = |
|----------------------|------|---|------|---|------|-----------|
| 61 Verhoeff . . . .  | 67.9 |   | 32.1 |   | 26.1 | 0.47      |
| 62 's Jacob. . . . . | 49   |   | 51   |   | 25   | 1.04      |
| 63 Fränkel. . . . .  | 57.5 |   | 42.5 |   | 30.3 | 0.74      |
| 64 Koningsbergen .   | 53.8 |   | 46.2 |   | 26.6 | 0.86      |
| 65 Van Andel. . . .  | 57.7 |   | 42.3 |   | 26.7 | 0.73      |

Maar ook enkele gevallen van onvolkomen kleurzin troffen wij aan, waarbij de vergelijking met die van het normale oog overeenkwam, als

|                       | Tl.  | + | Li.  | = | Na   | Li : Tl = |
|-----------------------|------|---|------|---|------|-----------|
| 66 Goettsch . . . . . | 24   |   | 76   |   | 23.5 | 3.17      |
| 67 Van den Broek . .  | 28.3 |   | 71.7 |   | 24.5 | 2.53      |
| 68 Van Arkel. . . . . | 25.6 |   | 74.4 |   | 20   | 2.9       |

En, omgekeerd, in één geval, namelijk bij Dr. Schaefer, physiologiae Professor aan University-College te Londen,

|               | Li   | Tl   | Na    |
|---------------|------|------|-------|
| O. D. . . . . | 58.2 | 41.8 | 20.4  |
| O. S. . . . . | 61.4 | 38.6 | 24.2, |

was, bij  $Tl : Li = 0.72$  voor 't rechter, en  $Tl : Li = 0.63$  voor 't linker oog, de kleurzin zoo goed als normaal. Inderdaad bleek diens kleurzin in 't algemeen, en in 't bijzonder de gevoeligheid voor overgangen tusschen geel en groen, met die van Prof. Donders bijna gelijk te staan, en werd alleen bij het indirecte zien wat sneller

1) Daarbij verleenden onze Candidaten Betz en Nolst Trenité mij volijverig hunne medewerking.



teruggang van den kleurenzin buiten de gele vlek geconstateerd. Voor de drie zwagers van Lord R. moge hetzelfde gegolden hebben: bij één van hen, Mr. G. W. Balfour, was de gevoeligheid voor kleurverschillen gebleken werkelijk niet zeer veel voor die van Lord R. onder te doen. Overigens is het waar, dat een zwakke kleurzin bij een minder nauwkeurig onderzoek veelal wordt over het hoofd gezien en ik geloof niet, dat een der door ons ontdekten zich van zijn gebrek bewust was.

Bij werkelijke kleurblinden, met zuiver tweekleurenstelsel, is de vergelijking van Rayleigh niet meer te maken. Rood, geel en groen, alle drie, behooren voor hen tot één en dezelfde — tot hunne warme kleur, en de vergelijking tusschen die kleuren en hare mengsels betreft dus slechts intensiteit en saturatie. De speelruimte is dan zoo groot, dat de vergelijking weinig of geen waarde heeft. En dit geldt zelfs ook voor gevallen, waarin bereids iets meer bestaat dan een zuiver tweekleurenstelsel. Sommigen, zooals de Heeren Scheltema en Snellen, bij wie in het ophthalmo-spectroscop van Glan uit rood en blauw geen zuiver wit te krijgen is en die dus althans iets meer hebben dan een zuiver tweekleurenstelsel, vinden, voor de vergelijking met spectraal-geel,  $70 \text{ Tl} + 30 \text{ Li}$  even voldoende als  $70 \text{ Li} + 30 \text{ Tl}$ . Bij gelijke lichtsterkte is het verschil tusschen Na-geel en Tl-groen voor hen zeer gering, en het laatste kan ook voor een grooter of kleiner deel voor Li-rood plaats maken, zonder dat de vergelijking er onder lijdt. Dat ze weinig gevoelig zijn voor overgangen van geel tot groen, was mij ook reeds op andere wijze gebleken 1).

---

1) Verg. Onderz. Physiol. Labor. 3<sup>e</sup> serie. Dl. VII. bl. 95.

## II.

VERGELIJKINGEN VAN MENGSELS VAN LITHIUM-ROOD  
EN THALLIUM-GROEN MET DE TUSSCHENGELEGENE  
SPECTRAALKLEUREN.

(Onder medewerking van Dr. WAELCHLI, Dr. SULZER en Dr. BURNHAM.)

Op gelijke wijze als (onder I) voor de vergelijkingen met Na-geel, bepaalden wij de proporties, waarin Li-rood en Tl-groen gevorderd werden voor de vergelijkingen met alle tusschen de Li- en de Tl-streep gelegen kleuren.

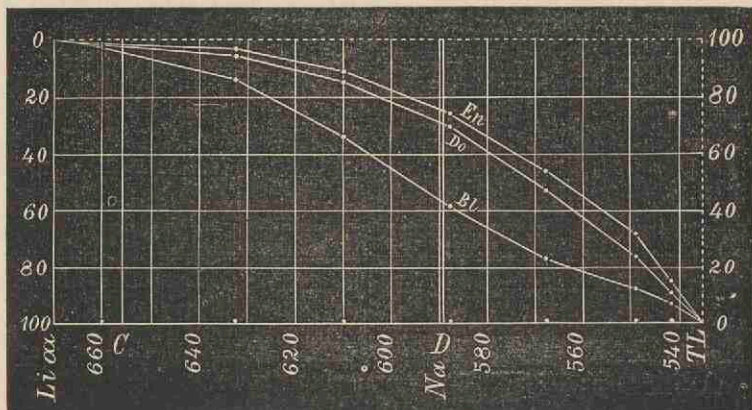
Ons spectroscop was daartoe volkomen ingericht: aan de componenten hadden wij niets te veranderen, — ze bleven Li-rood en Tl-groen; en iedere vergelijkingskleur verkregen we door beweging der enkelvoudige spleet, waarbij de schaal op den boog van Vierordt de golf-lengten aanwees. Gemakshalve kozen wij de geheele getallen der schaal, waaraan dus de overal gelijke punten in de krommen beantwoorden.

Wij vonden, als resultaat van een enkele reeks van bepalingen, voor:

| Schaal. |           | Donders. |      |         | Engelmann. |       |       | Blonk. |       |       |
|---------|-----------|----------|------|---------|------------|-------|-------|--------|-------|-------|
| Cijfer. | $\lambda$ | Tl       | Li   | Intens. | Tl         | Li    | Int.  | Tl     | Li    | Int.  |
| 12.7    | 0.6705    | 0        | 100  | 100     | 0          | 100   | 100   | 0      | 100   | 100   |
| 13      | 0.660     | 2.5      | 97.5 | 68.9    | 1.4        | 98.6  | 60.9  | 2.25   | 97.75 | 54.25 |
| 14      | 0.633     | 5.2      | 94.8 | 22.6    | 3.85       | 96.15 | 23.1  | 12.8   | 87.2  | 19.65 |
| 15      | 0.610     | 14.7     | 85.3 | 19.8    | 11.2       | 88.8  | 17.95 | 32.7   | 67.3  | 25.9  |
| 16      | 0.588     | 32.4     | 67.6 | 19.8    | 26.05      | 73.95 | 18.85 | 58     | 42    | 23.5  |
| 17      | 0.568     | 57       | 43   | 33.2    | 45.8       | 54.2  | 30.1  | 77.9   | 22.1  | 36.8  |
| 18      | 0.549     | 78.2     | 24.4 | 52.3    | 67.33      | 32.66 | 44.8  | 88.5   | 11.5  | 60.6  |
| 18.5    | 0.541     | 91.4     | 8.6  | 71.5    | 84.05      | 15.95 | 66.2  | 93.6   | 6.4   | 81    |
| 18.9    | 0.535     | 100      | 0    | 100     | 100        | 0     | 100   | 100    | 0     | 100   |

Deze uitkomsten lieten zich gemakkelijk onder krommen brengen, en wel die voor Li-rood tot Tl-groen, naardien hare som onveranderlijk = 100 is, beide onder eene en dezelfde kromme (Fig. 2):

Fig. 2.



*Do* is die van Donders.

*En* " " " Engelmann.

*Bl* " " " Blonk.

De abscis der figuur is het (interferentie-) spectrum <sup>1)</sup>, gaande van Li met  $\lambda$  0.6705 tot Tl met  $\lambda$  0.535, waarop de verdere golflengten benevens C en D van

1) De vorm der krommen zou anders uitvallen, als wanneer ook de ordinaten, voor het dioptrisch spectrum gevonden, op het interferentie-spectrum waren gereduceerd. De dispersie van het dioptrisch spectrum bij Tl staat tot die bij Li = 1.9 : 1. De helderheid der Li-spleet is dus  $1.9 \times$  grooter dan ze bij gelijke dispersie (interferentie-spectrum) zijn zou, d. i. bij gelijke dispersie zou de Tl-spleet 1.9 maal kleiner kunnen zijn. Ten behoeve der reductie moet ze dus door 1.9 gedeeld worden, en dan moet de som van deze gereduceerde waarde en van de waarde van Li nog op 100 berekend worden.



Fraunhofer zijn aangewezen. — De doorlopende lijn, links, neerdalende van 0 tot 100, is de Li-ordinaat; de gestippelde, rechts, opstijgende van 0 tot 100, is de Tl-ordinaat, die de bovenste (gestippelde) horizontale, gelijk aan de onderste, tot abscis heeft. De van ieder punt der kromme naar boven en naar onder gerichte ordinaten vertegenwoordigen dus de hoeveelheden Li-rood en Tl-groen, gegeven met de (resp.) wijdden der gekoppelde spleten, wier som insgelijks (zie boven bl. 149) = 100 is.

Soortgelijke krommen werden van een groot aantal personen ontworpen. Die van oogen met normalen kleurzin liggen voor het grootste deel tusschen die van Donders en Engelmann, die voor oogen met zwakken kleurzin in de nabijheid van die van Blonk. Van die krommen mogen, in de eerste plaats, nog die van Dr. Sulzer worden medegeedeeld, wiens beide oogen (zie boven), wat zeldzaam is, vrij aanzienlijk van elkander afwijken en zodoende nagenoeg de uitersten van den normalen kleurzin vertegenwoordigen. Dr. Sulzer deed voor ieder oog twee reeksen van bepalingen (beide met haar orde-nummers in de volgende tabel vermeld) en bracht de

De cijfers, gevonden voor Donders, veranderen dan in :

|      | 0    | 100  | 0    | 100   |
|------|------|------|------|-------|
| 12.7 | 2.5  | 97.5 | 1.36 | 98.64 |
| 13   | 5.2  | 94.8 | 2.8  | 97.2  |
| 14   | 14.7 | 85.3 | 8.3  | 91.7  |
| 15   | 32.4 | 67.6 | 20   | 80    |
| 16   | 57   | 43   | 41.1 | 58.9  |
| 17   | 75.6 | 24.4 | 62.8 | 37.2  |
| 18.5 | 91.4 | 8.6  | 84.8 | 15.2  |
| 18.9 | 100  | 0    | 100  | 0     |

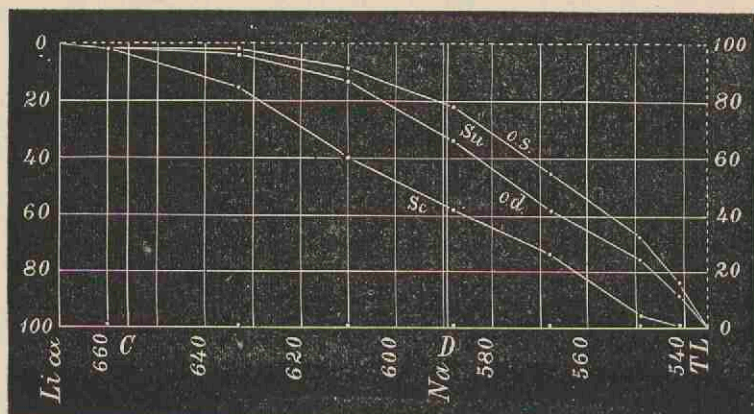
Op Fig. 4 (bl. 165) is de aldus gereduceerde kromme voor Dr. Waelchli gestippeld opgenomen. — 't Was overbodig, ze allen te reduceeren.

gemiddelden der twee bepalingen voor ieder oog in krommen. De verkregen cijfers zijn deze:

| Schaal.          |         |           | Rechter oog. |       |      | Linker oog. |       |      |
|------------------|---------|-----------|--------------|-------|------|-------------|-------|------|
| N <sup>o</sup> . | Cijfer. | $\lambda$ | Tl           | Li    | Int. | Tl          | Li    | Int. |
| 0                | 12.7    | 0.6705    | 0            | 100   | 100  | 0           | 100   | 100  |
| 1                | 13      | 0.660     | 1            | 99    | 77   | 1.15        | 98.85 | 77.7 |
| 14               | »       | »         | 1.05         | 98.95 | »    | 1.05        | 98.95 | 74   |
| 2                | 14      | 0.633     | 3.7          | 96.3  | 33.6 | 2.8         | 97.2  | 30.6 |
| 13               | »       | »         | 3.2          | 96.8  | 31.7 | 2.7         | 97.3  | 30   |
| 3                | 15      | 0.610     | 13           | 87    | 19.4 | 8.3         | 91.7  | 20.4 |
| 12               | »       | »         | 12.8         | 87.2  | 20.4 | 8.45        | 91.55 | 19   |
| 4                | 16      | 0.588     | 34.5         | 65.5  | 26.5 | 22          | 78    | 24   |
| 11               | »       | »         | 34           | 66    | 25.5 | 21.9        | 78.1  | 20.5 |
| 5                | 17      | 0.568     | 58           | 42    | 41.3 | 45.2        | 54.8  | 35.2 |
| 10               | »       | »         | 57           | 43    | 38.6 | 44.8        | 55.2  | 33.6 |
| 6                | 18      | 0.549     | 73.8         | 26.2  | 65.5 | 66.8        | 33.2  | 56.9 |
| 9                | »       | »         | 75.2         | 24.8  | 62.6 | 67.8        | 32.2  | 61.0 |
| 7                | 18.5    | 0.541     | 88           | 12    | 84.3 | 82.6        | 17.4  | 73.9 |
| 8                | »       | »         | 88.7         | 11.3  | 75.7 | 82.7        | 17.3  | 70.6 |
| 0                | 18.9    | 0.535     | 100          | 0     | 100  | 100         | 0     | 100  |

De krommen van Dr. Sulzer, regter oog *o. d.* en linker oog *o. s.* levert Figuur 3.

Fig. 3.



Die van O.D. komt genoegzaam overeen met die van Donders (Fig. 2 *Do*). Die van O.S. ligt nog hooger, heeft nog veel korter Tl-ordinaten, dan die van Engelmann (Fig. 2.). En voor gemengd geel is de proportie Tl kleiner dan voor éénig oog van de groote tabel (verg. 4 L. met de overige): ook de geheele kromme zal voor alle oogen wel lager liggen. — De resultaten van een vergelijkend onderzoek der beide oogen van Dr. Sulzer, dat in meer dan een opzicht gewichtig is, zal later (onder IV) afzonderlijk worden medegedeeld.

Ten slotte mogen hier nog de uitkomsten worden medegedeeld <sup>1)</sup> van

Dr. Waelchli, die normalen kleurzin heeft en wiens vergelijkingen weinig van die van Prof. Donders afwijken;

Prof. Schaefer (University College), die in de vergelijking van gemengd met spectraal-geel eene proportie aangaf van Li: Tl gelijkstaande met die van personen met zwakken kleurzin (zie boven I. bl. 156) en desniettemin genoegzaam normalen kleurzin had: alléén excentrisch bleek hij iets meer bij mij achter te staan <sup>2)</sup>. Om allen twijfel omtrent de juistheid zijner bepalingen uit te sluiten, werden voor beide oogen de vergelijkingen herhaald en ten slotte ook over de geheele reeks uitgebreid (Fig. 3 *Sc*). Bij vergelijking zal men zich overtuigen, dat de uitkomsten gelijk staan met die van Blonk, (Fig. 2 *Bl* p. 183) en andere personen met zwakken kleurzin.

1) Om plaats te winnen, is, in de volgende tabel, van de gemengde kleuren alléén het Tl-groen vermeld, niet, zooals in de vorigen, ook het Li-rood: men vindt dit laatste door het cijfer voor Tl-groen van 100 af te trekken.

2) Verg. boven: Nog eens de kleurstelsels, bl. 111.



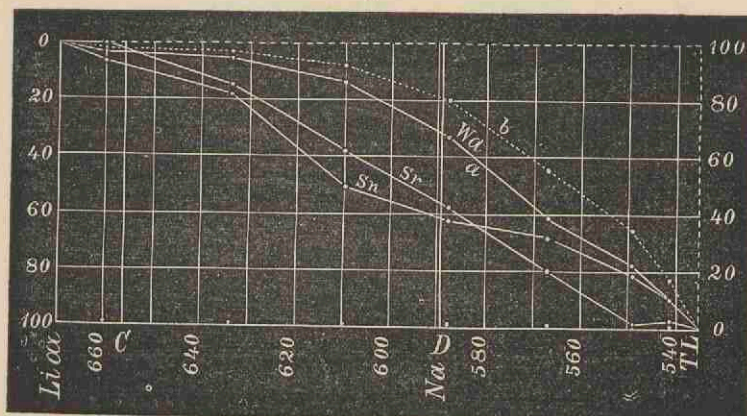
B. Snellen St. (boven bl. 181 vermeld), die schier volkomen kleurblind is. Bij de zoodanigen zijn Tl-groen en Na-geel, tot gelijke intensiteit gebracht, genoegzaam gelijk, Li-rood wel iets meer gesatureerd. In de vergelijking voor gemengd geel voldoet, zooals ik boven aangaf, de proportie van 70 Li + 30 Tl even goed als 30 Li + 70 Tl. Terwijl Snellen beproefde de gewone vergelijking van gemengd met spectraal-geel te maken, bleef hij wankelen. Ik zette nu afwisselend Tl 80 en 60 in: van beide noemde hij de meeste te groen. Daarop Tl 70 en 50, onregelmatig afwisselend, ieder 26 malen: van deze werd 70 (+ 30 Li) 25 malen te groen, 50 (+ 50 Li) 25 malen te rood genoemd, in twee gevallen slechts — ééns bij 70, ééns bij 50 — bestond twijfel. Ik meende daarom het gemiddelde tusschen 70 van 50, namelijk Tl 60 + Li 40 = Na, te mogen aannemen. Ik liet hem nu verder op twee verschillende dagen de vergelijkingen maken voor de geheele reeks: uit de groote verschillen blijkt de geringe graad van nauwkeurigheid. Bij den gewonen zwakken kleurzin, zooals bij Blonk (Fig. 2 bl. 160) doet die weinig onder voor de normale. In hoeverre Snellen zich nog door den graad van saturatie en intensiteit liet bepalen, is moeilijk te zeggen.

| Schaal.  |        | Waelchli. |      | Schaefer 0. D. |      | Schaefer 0. S. |      | B. Snellen I. |      | B. Snellen II. |      |
|----------|--------|-----------|------|----------------|------|----------------|------|---------------|------|----------------|------|
| Cijfers. | λ.     | Tl        | Int. | Tl             | Int. | Tl             | Int. | Tl            | Int. | Tl             | Int. |
| 12.7     | 0.6705 | 0         | 100  | 0              | 100  | 0              | 100  | 0             | 100  | 0              | 100  |
| 13       | 0.660  | 2         | 72.2 | 0 1)           | 58.3 | 0 1)           | 58.3 | 0.7           | 54   | 13.8           | 60   |
| 14       | 0.633  | 4.4       | 21.2 | 15.7           | 23.5 | 15.4           | 31.2 | 13.3          | 20.8 | 23             | 24.8 |
| 15       | 0.610  | 13.2      | 18.8 | 41.4           | 22.1 | 38.1           | 22.5 | 61.7          | 23.7 | 42.2           | 19.8 |
| 16       | 0.588  | 32.8      | 23.4 | 58.2           | 21.5 | 58.2           | 20   | 63            | 23.9 | 62.3           | 26.1 |
| 17       | 0.568  | 60.4      | 36.7 | 74.6           | 34.8 | 80.2           | 56.8 | 72            | 38.4 | 64.5           | 34   |
| 18       | 0.549  | 78        | 54.9 | 97.2           | 76   | 98.4 (?)       | 94   | 81.2          | 57.9 | 77.5           | 51.2 |
| 18.5     | 0.541  | 90.1      | 72   | 100            | 86.8 | 97.7           | 86.5 | ,             | ,    | 90.8           | 71.4 |
| 18.9     | 0.535  | 100       | 100  | 100            | 100  | 100            | 100  | 100           | 100  | 100            | 100  |

1) Dat in deze vergelijking het Tl geheel gemist wordt, is het gevolg van

In onderstaande Fig. 4 nu is:

Fig. 4.



*Wa.* De kromme van Waelchli, bijna gelijk aan die van Donders, blijkbaar zeer regelmatig.

*a.* voor het dioptrisch spectrum.

*b.* gereduceerd voor interferentie-spectrum (verg. noot op bl. 183.)

*Sr.* Die van het linker oog van Prof. Schaefer (verg. Fig. 3 *Sc* zijn rechter oog), niet wezenlijk afwijkende van die van Blonk, alleen minder nauwkeurig opgenomen, wegens tijdsgebrek.

*Sn.* Die van B. Snellen, de gemiddelde der waarnemingen van de beide dagen. Grootere nauwkeurigheid was in dit geval van schier volkomen kleurblindheid wel niet te verkrijgen.

onnauwkeurigheid, bij gebrek aan tijd. Wel verschillen de kleuren van  $\lambda$  0.660 en van  $\lambda$  0.6705 slechts weinig, maar, vergelijkende onder kleine speling, brengen alle waarnemers toch een weinig Tl in de vergelijking  $\lambda$  0.660. — Hoe snel de intensiteit stijgt van  $\lambda$  0.6705 tot 0.660, blijkt dááruit, dat 58.3 van deze gelijk staan met 100 van gene.



Uit het bovenstaande volgt, dat de vergelijkingen van mengsels van Tl-groen en Li-rood met Na-geel beslissend zijn voor alle tusschen de Li- en de Tl-streep gelegen spectrale kleuren. Dit geldt (zoover de waarnemingen reiken) zoowel voor de krommen van één en dezelfde klasse als voor die der beide klassen, in betrekking tot elkander, — onafhankelijk van de stoornis van den kleurzin, aan de verschillende gevallen eigen (afgezien van kleurblinden, fig. 4 *Sn*).

Alle krommen (verg. fig. 2 en 3) keeren de bolle zijde naar boven, waaruit blijkt, dat, van de Li-streep uitgaande, de proportie Tl-groen des te sneller stijgt, hoe meer men tot de Tl-streep nadert. Waar de kromme eenigszins hol wordt naar boven, verdwijnt toch het holle bij reductie van het dioptrische op het interferentie-spectrum (Zie *Wa* fig. 4; 't geldt ook voor *Bl* fig. 2).

De regelmatige krommen van een enkele reeks van waarnemingen van *Do* en *En* (fig. 1) en de overeenstemming der twee reeksen, ééne op en ééne neergaande, voor *Su* (bl. 185) getuigen van de groote nauwkeurigheid der methode. — De kromme van *Sn* (fig. 4) betreft een schier volkomen kleurblinde en toont aan, dat, waar het kleurverschil grootendeels wegvalt, de verschillen van saturatie geen nauwkeurige aanwijzing geven.

---

Onder III zal worden gehandeld over de intensiteiten. Voorloopig zij opgemerkt, dat de grond van het verschil tusschen de beide klassen van Lord Rayleigh niet gevonden wordt in de betrekkelijke intensiteiten van Li-rood en Tl-groen, en, bij gevolg, in hunne betrekkelijke kleurvalenties te zoeken is.

---



# INHOUD.

---

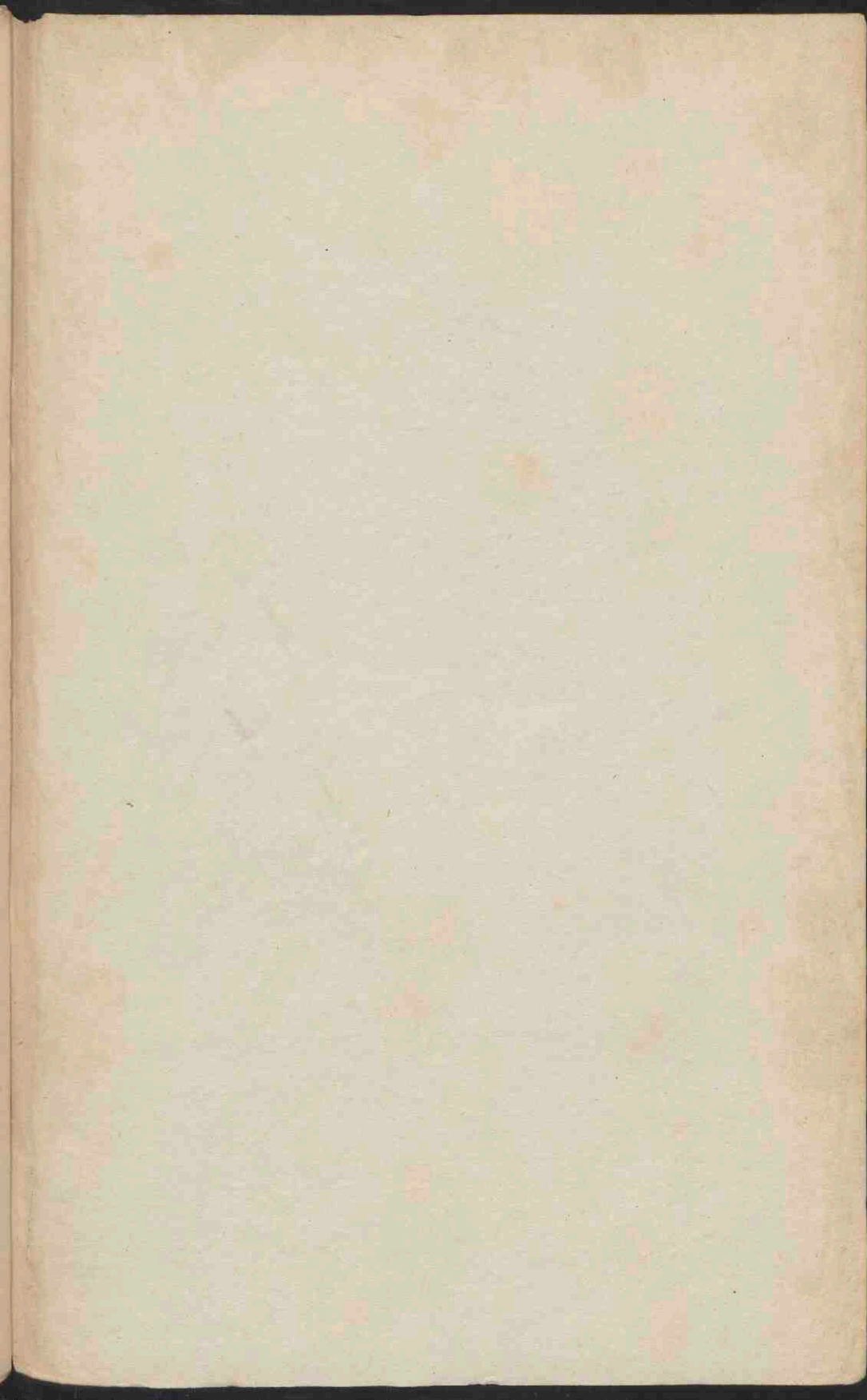
Bladz.

Vier-en-twintigste jaarlijksch verslag, door F. C. Donders. 1

## Wetenschappelijke Bijbladen.

|                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| I. Nog eens: de kleurstelsels, naar aanleiding van Hering's<br>kritiek, door F. C. Donders. . . . . | 1   |
| I. Inleiding . . . . .                                                                              | 1   |
| II. Grondstellingen van Hering's Theorie . . . . .                                                  | 8   |
| III. Hering's kritiek mijner verhandeling . . . . .                                                 | 12  |
| IV. Kritiek der Theorie van Hering . . . . .                                                        | 43  |
| V. Kleurblindheid . . . . .                                                                         |     |
| A. De kleurblindheid in verband met de<br>Theorie van Young . . . . .                               | 61  |
| B. De kleurblindheid in verband met de<br>Theorie van Hering. . . . .                               | 74  |
| VI. Overzicht der kleurstelsels en onderling verband.                                               | 84  |
| Verschillende vormen . . . . .                                                                      | 84  |
| Opklimmende reeks . . . . .                                                                         | 101 |
| Erfelijkheid. . . . .                                                                               | 108 |

|                                                                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Kleurzin buiten de gele vlek. . . . .                                                                                                                         | 110 |
| Ontwikkeling van den kleurzin. . . . .                                                                                                                        | 115 |
| Besluit . . . . .                                                                                                                                             | 124 |
| II. Zur Topographie der gefärbten Kugeln der Vogelnetz-                                                                                                       |     |
| haut, door G. Waelchli. Mit Taf. I. . . . .                                                                                                                   | 127 |
| III. Kleurvergelijkingen, door F. C. Donders . . . . . 147                                                                                                    |     |
| I. Vergelijkingen van gemengd geel (uit rood en<br>groen) met spectraal (onder medewerking van Dr.<br>Waelchli, Dr. Sulzer en Dr. Burnham) . . . . .          | 147 |
| II. Vergelijkingen van mengsels van lithium-rood<br>en thallium-groen met de tusschengelegene spec-<br>traalkleuren (onder medewerking van dezelfde). . . . . | 159 |







TS  
0  
2