

## **Astigmatisme en cilindrische glazen / door F.C. Donders.**

### **Contributors**

Donders, F. C. 1818-1889.

### **Publication/Creation**

Utrecht : C. van der Post, Jr., 1862.

### **Persistent URL**

<https://wellcomecollection.org/works/kyqnhpr3>

### **License and attribution**

This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.



Wellcome Collection  
183 Euston Road  
London NW1 2BE UK  
T +44 (0)20 7611 8722  
E [library@wellcomecollection.org](mailto:library@wellcomecollection.org)  
<https://wellcomecollection.org>





ASTIGMATISME

CILINDRISCHE GLAZEN.

ASTIGMATISME

EN

CILINDRISCHE GLAZEN.



ASTIGMATISME

CHÉLIDRISCHÉ GLAZEN

ASTIGMATISME

F. C. BODER

CHÉLIDRISCHÉ GLAZEN

VERBODEN TOEGANG  
VAN DEZELVE  
TOEGANG

ASTIGMATISME  
EN  
CILINDRISCHE GLAZEN,

DOOR  
F. C. DONDERS.

---

UTRECHT,	AMSTERDAM,
C. VAN DER POST, JR.	C. G. VAN DER POST.
1862.	

11027066

6M 5889



GEDRUKT BIJ GIEBEN & DUMONT.



A A N

ALBRECHT VON GRAEFE.

Wat al gedachten verdringen zich in mij, terwijl ik Uwen naam aan 't hoofd dezer opdracht terneêrstel.

Het eerst rijzen mij voor den geest de in Londen gesleten dagen, die, onder eene levendige wisseling van hetgeen uit hart en geest vrijelijk opwelde, de ontwikkeling aanschouwden eener vriendschap, waarvan reeds vroeger de kiem in onzen boezem lag besloten. Nog zie ik ons aan den avond van een' dier onvergetelijke dagen — zoo rijk aan indrukken bij 't gewoel der groote wereldstad! — in gezellig en leerrijk onderhoud vereenigd onder 't gastvrije dak van WILLIAM BOWMAN of van andere vrienden, die ons lief gebleven zijn.

En spoedig reeds na den handdruk, die ons scheidde, treedt Gij op in Uwe Vaderstad, Berlijn, en vestigt er, als met eene tooverroede, het middelpunt der oogheekunde.

Dáár opent zich voor U de schitterende loopbaan, die, bij Uwe zeldzame gaven, Uwe onbegrensde liefde voor wetenschap en menschheid reeds had doen voorstellen.

Met hoeveel warme sympathie was ik er getuige van!

Priester der kunst, in de verhevenste beteekenis des woords, gevoeldet Gij U gelukkig in de bewustheid, van Uwe beste krachten toe te wijden aan 't heil van ons geslacht.

Ingewijd in strenge wetenschap, toegerust met de gelukkigste waarnemingsgave, omringd en schier aangebeden door eene schaar van leerlingen, die niet minder den mensch in U liefhadden dan zij den Meester in U vereerden, stondt Gij daar als het toonbeeld van den klinischen Leeraar bij uitnemendheid.

Van zulk een snelle en volkomen zegepraal heeft de geschiedenis onzer kunst geen tweede voorbeeld aan te wijzen!



---

En, eensklaps, terwijl Gij het toppunt van roem hadt bereikt, en de teêrste Uwer wenschen der vervulling nabij scheen, vind ik op het krankbed U neêrgeworpen, met weemoedig gerigten blik op al de schoone illusiën, die Gij gereed waart, voor altijd vaarwel te zeggen. Maanden lang scheen de Engel des doods te waren om Uwe sponde. Zouden dan niet wij allen een' blijden en dankbaren juichtoon aanheffen, nu wij U, vrij weder de wicken uitslaande, als herboren voor ons zien?

In de bladeren, U hierbij aangeboden, vindt Gij de voortzetting mijner studiën over de refractie van het oog, die voortdurend met belangstelling door U werden gevolgd.

Zonderling zamentreffen! De eerste uit mijne pen gevloeide woorden werden afgebroken door een' brief van Uwe hand, getuigende van de bange dagen, die Gij doorleefdte, maar ook reeds vol van de uitdrukking eener blijde hope op de toekomst. Die brief, hij was voor mij als 't zinnebeeld van een nieuw ontluikend leven. Bij 't schrijven lag hij aan mijne zijde, en zoo had ik bestendig U voor oogen

---

en gevoelde mij als bezield door Uwen geest. Daarom heb ik dit werk, hoe luttel diens waarde zij, lief gekregen. Daarom heb ik behoefte gevoeld, het U, mijn edele Vriend! op te dragen. Voor mij is onafscheidelijk daaraan verbonden de herinnering der dagen, waarin de zachte invloed van den zuidelijken hemel U nieuwe en frissche krachten schonk. U moge het een flauw blijk zijn van mijne juichende vreugde, en uit den grond mijns harten U den heilgroet brengen bij de lente van Uw nieuwingetreden leven.

UTRECHT,  
8 April 1862.

F. C. DONDERS.

---



## VOORWOORD.

---

*In deze bladeren wordt gehandeld over eene eigenaardige asymmetrie van 't lichtbrekend stelsel van 't oog: ik bedoel het verschil in brandpuntsafstand van zijne onderscheidene meridianen. Deze anomalie is niet onbekend. De Koninklijke sterrekundige van Greenwich, de beroemde AIRY, ontdekte ze op zijn linker oog en liet, tot correctie daarvan, reeds in 1827, een concaaf sphaerisch-cilindrisch glas slijpen, 't welk geheel aan het doel beantwoordde. Naar aanleiding van dit geval, werd, inzonderheid in Engeland, van eenige anderen melding gemaakt. Van 't vaste land van Europa kwam slechts één enkel ter onzer kennis.*

*De medegedeelde gevallen werden van 't eene boek aan het andere getrouwelijk overgeleverd, maar beschouwd en behandeld als curiosa, te zeldzaam voorkomende, om voor de praktijk gewigt te hebben. Deze meening berustte op eene dwaling. Jarenlang heb ik ze gedeeld, maar ben er van teruggekomen. Sedert mijne aandacht op dit gebrek werd gericht, hebben de gevallen zich op ongeloofelijke wijze vermenigvuldigd. 't Kwam er slechts op aan, ze te herkennen. Na de verkregene ervaring, aarzel ik niet te beweren, dat op honderd lijders, die zich bij den oogarts aanmelden, gemiddeld minstens twee zullen gevonden worden, wier gezigtsscherpte door asymmetrie van het dioptrisch stelsel geleden heeft en van cilindri-*



sche glazen verbetering mag wachten. Zoo wordt, tot onze groote voldoening, het gebied der nog duistere amblyopiën op nieuw aanzienlijk beperkt.

Het onderwerp werd op de in September 1861 te Heidelberg gehouden bijeenkomst door Dr. KNAPP ter sprake gebracht. Hij deelde de uitkomsten mede van eenige metingen der cornea, door hem in gevallen van asymmetrie volbragt. Ik was in staat, de resultaten mijner ervaring daaraan toe te voegen, die, wat de metingen aangaat, met die van KNAPP overeenkwamen, en tevens melding te maken van de aanzienlijke verbetering der gezigtsscherpte, bij aanwending van een cilindrisch glas in verscheidene gevallen door mij verkregen.

Sedert dien tijd zette ik mijn onderzoek voort. 't Was vooral mijn streven, de herkenning en de bepaling van den graad der asymmetrie gemakkelijk te maken, en hierop de aanwijzing te gronden der in elk bijzonder geval vereischte glazen. Ook trachtte ik te zorgen, dat de verschillende soorten van glazen in den handel verkrijgbaar wierden, waaromtrent men aan het slot dezer verhandeling het noodige zal vinden aangewezen.

't Onderwerp is een nieuwe zegepraal der wetenschap. Doorgaans slechts geroepen, om de op praktisch gebied reeds verkregen uitkomsten te verklaren, treedt zij hier zelfstandig op, — aan de praktijk de nederige taak overlatende, hare uitspraken toe te passen en hare vruchten zich toe te eigenen.

Die taak heeft de praktijk, van hare zijde, als een' duren pligt te aanvaarden.

DE SCHRIJVER.

## INHOUD.

---

I. Blik op de anomalieën der refractie.....	blz.	1
II. Aberratiën van het licht in 't algemeen.....	"	6
III. Regelmatig astigmatisme in 't normale oog.....	"	10
IV. Stoornissen en verschijnselen bij hooge graden van astigmatisme.	"	29
V. Herkenning van abnormaal astigmatisme en bepaling van zijnen graad.....	"	44
VI. Oorzaak en zitplaats van 't abnormale astigmatisme.....	"	60
VII. Cilindrische lenzen en algemeene regelen omtrent hare aan- wending.....	"	69
VIII. Nosologie en kliniek van het astigmatisme.....	"	86
IX. Geschiedenis onzer kennis van het astigmatisme.....	"	126
<hr/>		
Aanwijzing tot het verkrijgen van cilindrische glazen.....	"	135

---



## III op de anomalieën der refractie.

Het lichtbrekend stelsel van 't normale oog, in den toestand van rust der accommodatie, heeft zijn brandpunt in het netvlies, en wel op de voorlaats der participerende staafjes-lag: evenwijdige stralen, van oneindig verrijden voorwerpen afkomstig, gebroken door de middelen van een zoedannig oog, komen juist op de genoemde vlakke tot vereeniging. Het verste punt van duidelek zien ligt dus op oneindigen afstand, dat is op de grens van onze beschouwen. Een oog, dat aan deze voorwaarde beantwoordt, hebben wij daarom emmetropisch genoemd.

In twee opzichten kan het oog van dezen idealen toestand afwijken en anisotropisch worden.

Het brandpunt van het lichtbrekend stelsel kan erby het kan onder de voorlaats der staafjes-lag gelegen zijn. In 't eerste geval is het oog bijziende, myopisch, brachymetropisch; in 't laatste geval is het hypermetropisch.

In 't bijziende oog ligt het verste punt van duidelek zien op eindigen afstand vóór het oog; in 't hypermetropische ligt dit punt op eindigen afstand achter het oog. Dat is: bij ontspanning zijner accommodatie brengt het bijziende oog in 't netvlies tot vereeniging stralen, divergerende uit een

## I.

### ***Blik op de anomalieën der refractie.***

Het lichtbrekend stelsel van 't normale oog, in den toestand van rust der accommodatie, heeft zijn brandpunt in het netvlies, en wel op de voorvlakte der percipierende staafjes-laag: evenwijdige stralen, van oneindig verwijderde voorwerpen afkomstig, gebroken door de middenstoffen van een zoodanig oog, komen juist op de genoemde vlakte tot vereeniging. Het verste punt van duidelijk zien ligt dus op oneindigen afstand, dat is op de grens van onze behoeften. Een oog, dat aan deze voorwaarde beantwoordt, hebben wij daarom *emmetropisch* genoemd.

In twee opzigten kan het oog van dezen idealen toestand afwijken en *ametropisch* worden.

Het brandpunt van het lichtbrekend stelsel kan *vóór*, het kan *achter* de voorvlakte der staafjes-laag gelegen zijn. In 't eerste geval is het oog bijziende, myopisch, brachymetropisch; in 't laatste geval is het hypermetropisch.

In 't bijziende oog ligt het verste punt van duidelijk zien op eindigen afstand *vóór* het oog; in 't hypermetropische ligt dit punt op eindigen afstand *achter* het oog. Dat is: bij ontspanning zijner accommodatie brengt het bijziende oog in 't netvlies tot vereeniging stralen, divergerende uit een



punt, vóór het oog gelegen, het hypermetropische stralen, convergerende naar een punt, achter 't oog gelegen.

Myopie en hypermetropie zijn dus twee aan elkander tegenovergestelde toestanden. Beide ook hebben eenen gemeenschappelijken grond, hoofdzakelijk te zoeken in eene afwijking van de gewone lengte der gezigtsas: in 't myopische oog is deze langer, in 't hypermetropische oog korter dan in 't emmetropische. Myopie en hypermetropie worden onder den naam van ametropie vereenigd, tegengesteld aan emmetropie.

De myopie heeft eene hoogere beteekenis verkregen door eene naauwkeurige studie van haar innig verband tot verschillende ziekelijke veranderingen van den fundus oculi (staphyloma posticum, sclerotico-chorioiditis, atrophie, loscheiding van 't netvlies, bloeduitstortingen enz.). De hypermetropie, eerst in den laatsten tijd goed begrepen, verdient in hooge mate de aandacht der oogheekundigen, wijl zij aan de meeste vormen van asthenopie en van strabismus convergens ten gronde ligt. Indien hieromtrent van sommige zijden twijfel werd geopperd, geschiedde dit alleen, omdat men had voorbijgezien, dat hypermetropie door inspanning der accommodatie kan latent (verborgen) zijn. Wordt door een mydriaticum het accommodatie-vermogen verlamd, zoo is alle twijfel opgeheven: zij moet alsdan noodzakelijk manifest worden. Men besluit nu tot hypermetropie, wanneer met behulp van *positieve* glazen *verwijderde* voorwerpen scherper worden gezien, zoo als myopie, omgekeerd, zich kenmerkt door toenemende *scherpte van 't zien op afstand* bij 't gebruik van *negatieve* glazen.

De graad van ametropie wordt bepaald uit den brandpuntsafstand der lensen, door welker toevoeging aan het oog de ametropie wordt gecorrigeerd, en het oog dus emmetropisch wordt. Het dioptrisch vermogen of de sterkte eener lens



is omgekeerd evenredig aan haren brandpuntsafstand  $F$ . Het kan dus worden uitgedrukt door  $\frac{1}{F}$ . De waarde van  $F$  geven wij in Parijsche duimen. Noemen wij dus de sterkte van lenzen  $= \frac{1}{6}, \frac{1}{8}$  enz., zoo beteekent dit, dat zij lenzen zijn, resp. van zes en van acht Parijsche duimen *positieven* brandpuntsafstand; lenzen van  $-\frac{1}{10}, -\frac{1}{20}$  zijn lenzen, resp. van tien en van twintig Parijsche duimen *negatieven* brandpuntsafstand.

Deze uitdrukkingswijze brengen wij over op de ametropie. Myopie  $M = \frac{1}{9}$  beteekent, dat er een glas vereischt wordt van negen Parijsche duimen *negatieven* brandpuntsafstand, om de myopie te neutraliseren en dus voor emmetropie te doen plaats maken. Hypermetropie  $H = \frac{1}{12}$  is een graad van ametropie, die door eene hulplens van 12 Parijsche duimen positieven brandpuntsafstand wordt gecorrigeerd.

De ametropie of de gebreken der refractie lossen zich, blijkens het bovenstaande, op in twee tegengestelde toestanden: myopie en hypermetropie. Elk gebrek der refractie behoort tot een van deze beide.

Intusschen doet zich de omstandigheid voor, dat in de verschillende meridianen van 't zelfde oog de refractie niet gelijk is. In den eenen meridiaan kan hetzelfde oog emmetropisch, in den anderen ametropisch zijn; in de onderscheidene meridianen kan een verschil in graad en zelfs in vorm van ametropie voorkomen.

De asymmetrie, waarop genoemd verschil berust, is aan alle oogen eigen. Doorgaans bestaat ze in zoo geringen graad, dat de gezigtsscherpte er niet wezenlijk onder lijdt. Maar bij uitzondering wordt ze aanzienlijk en veroorzaakt eene aberratie der lichtstralen, die aan de gezigtsscherpte afbreuk doet.



Deze aberratie kan met den naam van *astigmatisme* bestempeld worden. Zij maakt het onderwerp uit der volgende bladen.

Eene strenge scheiding tusschen anomalieën der refractie en der accommodatie is noodzakelijk, omdat de begrippen van refractie en accommodatie in wezen en grond verschillen. De refractie van het oog is de lichtbreking in den toestand van rust, de breking, die het dioptrisch stelsel, krachtens zijnen vorm, bezit, onafhankelijk van spierwerking, onafhankelijk van accommodatie. De accommodatie van het oog berust op de verandering, die de refractie door willekeurige spierwerking kan ondergaan. De *grootste afstand van duidelijk zien* R beantwoordt aan de rust der accommodatie. Waar zij begint, wordt het oog voor kleineren en kleineren afstand ingerigt, tot op den *kleinsten afstand van duidelijk zien* P.

Hieruit blijkt, dat de refractie bepaald wordt door den anatomisch-physischen toestand van 't dioptrisch stelsel, dat de accommodatie daarentegen afhankelijk is van de physiologische werking van spieren.

De refractie van het oog is bekend met R; wordt daarenboven P bepaald, dan heeft men alle gegevens, om de *accommodatie-breedte* te kennen. Zij wordt uitgedrukt als

$$\frac{1}{A} = \frac{1}{P} - \frac{1}{R}.$$

In deze formule is A de brandpuntsafstand eener hulplens, die het dioptrisch stelsel, krachtens de accommodatie, in staat is, zich toe te voegen. Die hulplens wordt daarbij voorondersteld, zich in lucht te bevinden, en haar voorste knooppunt zamen te vallen met het voorste knooppunt van 't dioptrisch stelsel van 't oog. Daarom worden ook de afstanden R en P gemeten, resp. van het verste punt *r* en van het digste punt *p* van duidelijk zien, tot aan het voorste knooppunt van 't oog, ruim  $\frac{1}{4}$  Par. duim achter het hoornvlies gelegen.

In hetzelfde knooppunt wordt voorondersteld, de hulplens geplaatst te zijn, die, zoo als boven werd verklaard, de ametropie corrigeert, zoodat, tot bepaling van den graad van myopie en hypermetropie, eveneens van *r* tot aan het voorste knooppunt wordt gerekend.



Een paar voorbeelden mogen dit toelichten.

Een myopisch oog vinde zijn verste punt van duidelijk zien op oneindigen afstand met een brilglas van  $-\frac{1}{6}$ , geplaatst op  $\frac{1}{2}$ " van den top van 't hoornvlies, dat is op  $\frac{3}{4}$ " van het voorste knooppunt: zijne myopie bedraagt dus  $1:6\frac{3}{4}$ ; dat is: stralen moeten uitgaan van een punt,  $6\frac{3}{4}$ " vóór het voorste knooppunt gelegen, om zich op 't netvlies te vereenigen; of wel: in genoemd knooppunt moet, om de myopie te neutraliseren, het voorste knooppunt liggen eener in de lucht staande hulplens van  $-1:6\frac{3}{4}$ .

Een hypermetropisch oog vinde zijn verste punt van duidelijk zien op oneindigen afstand met een brilglas  $= 1:7\frac{1}{2}$ , op  $\frac{1}{4}$ " van de cornea, dat is  $\frac{1}{2}$ " vóór 't knooppunt geplaatst; evenwijdige op die lens vallende stralen vereenigen zich dus, het oog weg gedacht, op 7" achter 't knooppunt: bij gevolg, eene lens van  $\frac{1}{7}$ , haar voorste knooppunt zamenvallende met 't voorste knooppunt van 't lichtbrekend stelsel van 't oog, neutraliseert de ametropie, en er bestaat dus  $H = \frac{1}{7}$ .

De anomalien der accommodatie bestaan in kramp en paralyse der accommodatie-spieren. Kon presbyopie eene anomalie genoemd worden, zij zou insgelijks tot de accommodatie-anomalien behooren; want zij berust op vermindering der accommodatie-breedte. Deze vermindering evenwel is een normaal ontwikkelings-verschijnsel, en gaat hand aan hand met het toenemen der jaren.

Het astigmatisme, waarover wij te handelen hebben, heeft niets gemeen met de accommodatie en hare anomalien. Wij kunnen deze laatste hier dus ter zijde laten. Een verschil van refractie alleen in de verschillende meridianen van 't dioptrisch stelsel, en dus in den regel een verschillende graad van ametropie in verschillende meridianen van hetzelfde oog, kenmerkt het astigmatisme.

Uitvoeriger werden de anomalien der refractie door mij ter sprake gebracht, in

*Nederlandsch tijdschrift voor geneeskunde*, D. II, 1858, bl. 465 e. v.

*Archiv f. Ophthalmologie*, herausgegeben von ARTL, DONDERS und von GRAEFE, B. IV, VI en VII.



*Ametropie en hare gevolgen.* Utrecht 1860.

Een overzicht daarvan werd gegeven door Dr. DOR, in het *Journal de la physiologie de l'homme et des animaux du docteur BROWN-SÉQUARD*, onder den titel: *Des différences individuelles de la réfraction de l'oeil.*

## II.

### ***Aberrationen van 't licht in 't algemeen.***

Lichtstralen, die, genoegzaam verlengd, naar eene zijde zich allen ontmoeten in één punt, vormen *homocentrisch* 1) licht: zij hebben een gemeenschappelijk centrum. Homocentrisch is dus het divergerende licht, door een punt van eenig voorwerp uitgezonden; homocentrisch ook is een bundel evenwijdige lichtstralen, van een op oneindigen afstand gelegen punt afkomstig. De lichtstralen dus, van eenig voorwerp uitgaande en door het hoornvlies opgevangen, vormen kegels van homocentrisch licht. Alleen wanneer de stralen tusschen het voorwerp en het oog door eenigerlei oorzaak meer of minder van hunnen weg zijn afgeweken, houden de lichtkegels op, uit homocentrisch licht te bestaan.

In 't algemeen kan men zeggen, dat homocentrisch licht, aan eene sphaerische vlakke gebroken, homocentrisch blijft: dat, namelijk, de stralen achter 't brekend vlak zich óf weder in één punt vereenigen, óf in eene rigting voortgaan, alsof ze allen regtstreeks afkomstig waren uit een punt, vóór het brekend vlak gelegen.

De homocentriciteit is echter niet volkomen gebleven. De stralen, namelijk, zijn niet meer volkomen juist op één punt gericht, maar slechts nagenoeg. Aan deze afwijking van de homocentriciteit geeft men den naam van aberratie; en men

1) LISTING, *Beitrag zur physiologischen Optik.* Göttingen, 1845.



onderscheidt hier twee *aberratiën* van verschillenden oorsprong: de *chromatische* en de *sphaerische*. De eerste hangt af van den aard van 't licht, de tweede van den vorm der brekende oppervlakte.

De chromatische aberratie is het gevolg van een verschil in breekbaarheid der lichtstralen. Stralen, die, evenwijdig aan de as van 't lichtbrekend vlak en tevens op gelijken afstand van die as, het sphaerisch vlak treffen, ondergaan geene aberratie ten gevolge van sphaericiteit, en zouden ook volkomen op één punt gerigt blijven, zoo zij allen van gelijken aard waren. Stralen van ongelijken aard daarentegen vinden hierbij hun brandpunt op de as, op verschillende afstanden van 't brekend vlak, de violette en blaauwe stralen op een' kleineren, de roode op een' grooteren. — Deze chromatische aberratie heeft ook noodzakelijk het dioptrisch stelsel van het oog. Zij doet echter, onder gewone omstandigheden, naauwelijks afbreuk aan de scherpte van 't zien 1). Wij laten ze verder ter zijde, wijl ze met ons onderwerp in geen wezenlijk verband staat.

Lichtstralen van gelijke golflengte en, als zoodanig, van gelijke breekbaarheid, vormen homogeen licht; het is ook van gelijke kleur, en wordt daarom *monochromatisch* genoemd. Vallen zoodanige stralen evenwijdig aan en tevens op gelijken afstand van de as van een sphaerisch vlak, dan worden ze in gelijke mate van of naar de as gebroken, en blijven dus op één punt gerigt: de homocentriciteit is volkomen. Treffen zij echter, hoezeer evenwijdig aan de as, het vlak op verschillende afstanden van de as, dan houden zij op, zich volkomen naar één punt te rigten: hoe verder van de as zij het vlak treffen, des te digter bij het vlak snijden zij

1) HELMHOLTZ, *Physiologische Optik*, in *Allgemeine Encyklopaedie der Physik*, herausgegeben von GUSTAV KARSTEN. Leipzig 1856, 1<sup>e</sup> Lief, S. 137 u. f.



de as. Deze afwijking wordt *sphaerische aberratie* genoemd: zij is de *monochromatische aberratie* (dat is de aberratie van stralen van gelijke kleur) bij breking aan een sphaerisch vlak.

Eene monochromatische aberratie heeft ook het dioptrisch stelsel van het oog. Zij is hier zelfs vrij aanzienlijk en in hooge mate gecompliceerd. Voor ons doel moet ze worden onderscheiden in:

- a. eene aberratie, die betrekking heeft tot de stralen, in een' en dezelfden meridiaan gebroken.
- b. eene aberratie, afhankelijk van het verschil in brandpuntsafstand voor de onderscheidene meridianen van het lichtbrekend stelsel.

Over de eerste handelen wij hier slechts in 't voorbijgaan. De laatste is het onderwerp, dat ons dan verder heeft bezig te houden.

a. Vooreerst dan stralen, die vóór het oog in een vlak liggen met de gezigtsas en dus in een' bepaalden meridiaan gebroken worden, vereenigen zich niet volkomen in één punt. Reeds het hoornvlies leidt hier tot eenige aberratie, die door de lens vermeerderd en op eigenaardige wijze gecompliceerd wordt. Wat het hoornvlies aangaat, zijne meridiaan-doorsneden naderen allen tot ellipsen 1) en geven, als zoodanig, betrekkelijk weinig aberratie; maar de excentriciteit der ellipsen is toch te gering, om de aberratie, alvast voor evenwijdige stralen, *geheel* op te heffen. Het bijgevolg reeds eenigermate astigmatische licht wordt nu door de lens gebroken. Hier wordt de afwijking zoo gecompliceerd en is individueel zoo verschillend, dat het te ver zou leiden, daaromtrent in bijzonderheden te treden. Het zij genoeg, op te merken, dat, vooreerst, de brekingsvlakken der lens niet volkomen ge-

1) KNAPP, *Die Krümmung der Hornhaut des menschlichen Auges*. Heidelberg 1859, S. 29.



centreerd zijn met dat der cornea; dat, vervolgens, de breking in de verschillende, tot een' en denzelfden meridiaan behorende, sectoren en vezelgroepen der lens niet volkomen gelijk is, zoo zelfs, dat elke sector een beeldje vormt, niet naauwkeurig zamenvallend met dat van den tegenoverstaanden; dat, eindelijk, elk beeldje van elken sector op zich zelf reeds zijne aberratie heeft. Van een en ander kan men zich overtuigen bij zorgvuldige waarneming der veelvoud-beelden van zeer kleine voorwerpen, bij onvolkomen accommodatie 1).

Dit alles bewijst, dat de aberratie ook in een en denzelfden meridiaan uiterst gecompliceerd is. Maar desniettemin staande is zij in den regel betrekkelijk gering. Op den juisten brandpuntsafstand vormt, namelijk, monochromatisch homocentrisch licht, in denzelfden meridiaan gebroken, een zoo klein, aan de peripherie zoo flauw verstrooiingsvlekje, dat het, hoezeer als irradiatie van een lichtpunt zeer merkbaar, onder gewone omstandigheden aan de gezigtsscherpte geen afbreuk doet. Wij mogen dat vlekje dus als een punt beschouwen, en de aberratie der stralen voor een en denzelfden meridiaan, die ook niet voor correctie vatbaar is (*onregelmatig astigmatisme*), verder verwaarloozen, terwijl wij zullen handelen over

b. de aberratie, als gevolg der ongelijkheid van het dioptrisch stelsel in zijne verschillende meridianen, *het regelmatig astigmatisme*.

Rev. Dr. WHEWELL heeft, zoo als MACKENZIE 2) ons mededeelt, het gebrek, door AIRY voor zijn linker oog beschreven, met den naam van astigmatisme bestempeld. Dit woord is afgeleid van  $\alpha$  priv. en  $\sigma\tau\acute{\iota}\gamma\mu\alpha$ , van  $\sigma\tau\acute{\iota}\xi\omega$ , pingo, en moet uitdrukken, dat stralen, uit één punt afkomstig, zich niet weêr in één punt vereenigen.

1) *Ametropie en hare gevolgen*, bl. 108 en volgende.

2) *A practical treatise on the diseases of the Eye*. London 1854, p. 927.



De geheele monochromatische afwijking in het oog kan men dus astigmatisme noemen, en die beteekenis heb ik in mijn werkje over ametropie daaraan gegeven. In zoo verre nu die afwijking afhangt van een verschil in kromming der onderscheidene meridianen, is dit astigmatisme *regelmatig* en voor correctie vatbaar. In zoo verre daarentegen onregelmatigheden ook van een en dezelfde meridiaan in 't spel zijn, die, vooral van de lens afhankelijk, tot polyopia uni-ocularis, enz. aanleiding geven, mag het *onregelmatig astigmatisme* heeten. — In 't vervolg wordt door 't woord astigmatisme, zonder nadere bepaling gebruikt, regelmatig astigmatisme verstaan.

### III.

#### ***Regelmatig astigmatisme in 't normale oog.***

Bepaalt men achtereenvolgens 't verste punt, waarop fijne horizontale en fijne verticale draden of strepen scherp gezien worden, dan verkrijgt men ongelijke afstanden. Verreweg de meeste oogen vinden voor horizontale strepen een korteren afstand dan voor verticale. Hetzelfde verschil herhaalt zich bij bepaling van het digtste punt van duidelijk zien. — Deze proeven verrigte men met elk oog afzonderlijk. Om afstanden te verkrijgen, die zich op den optometer laten aflezen, gebruike men, zoo noodig, daarbij eene positieve lens, zorg dragende, dat hare as met die van 't oog zamenvalle.

Twee draden, die zich in een vlak overkruisen, de een verticaal, de ander horizontaal, worden niet te gelijk scherp gezien. Ziet men den horizontalen scherp, dan moet de verticale, om zich even duidelijk te vertoonen, van 't oog verwijderd worden; accommodeert men voor den verticalen, dan moet, om gelijke scherpte te verkrijgen, de horizontale nader bij 't oog worden gebragt. Dit verschil handhaaft zich bij elken graad van inspanning der accommodatie.



Deze proeven bewijzen, dat de punten der brekende vlakken niet symmetrisch om eene as zijn geordend. De asymmetrie is van dien aard, dat de brandpuntsafstand in den verticalen meridiaan korter is dan in den horizontalen. Om, namelijk, eene verticale streep scherp te zien, moeten de stralen, die in een horizontaal vlak uit elk punt der lijn divergeren, op het netvlies tot vereeniging gebragt zijn: 't is geen vereischte, dat de in een verticaal vlak divergerende ook reeds in één punt zamenkomen, aangezien de in verticale rigting nog bestaande verstrooiingsbeelden elkander op de verticale streep bedekken. Omgekeerd, om eene horizontale streep scherp te zien, is het alléén noodig, dat de in een verticaal vlak divergerende lichtstralen in één punt zich op 't netvlies vereenigen. Horizontale strepen nu worden, zoo als wij opmerkten, op korteren afstand scherp gezien dan verticale: bij gevolg worden in een verticaal vlak gelegene stralen, die in den verticalen meridiaan van 't oog gebroken worden, spoediger tot vereeniging gebragt, dan in een horizontaal vlak gelegene van gelijke divergentie; en de verticale meridiaan-doorsnede heeft dus een' korteren brandpuntsafstand dan de horizontale.

De juistheid dezer beschouwing blijkt verder uit den vorm der verstrooiingsbeelden van een lichtpunt. Bij naauwkeurige accommodatie is het verstrooiingsvlekje zeer klein en nagenoeg rond, terwijl een naderbij gelegen punt in de breedte, en een meer verwijderd punt in de hoogte uitgerekt schijnt.

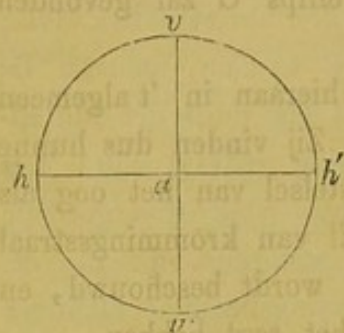
De beteekenis van dit verschijnsel moet goed begrepen worden en schijnt daarom eene nadere verklaring te eischen.

Men denke zich de totale afwijking van het licht in het oog voortgebragt door een enkel convex brekend vlak, met kleinsten krommingsstraal in den verticalen meridiaan, met grootsten krommingsstraal in den horizontalen. Deze



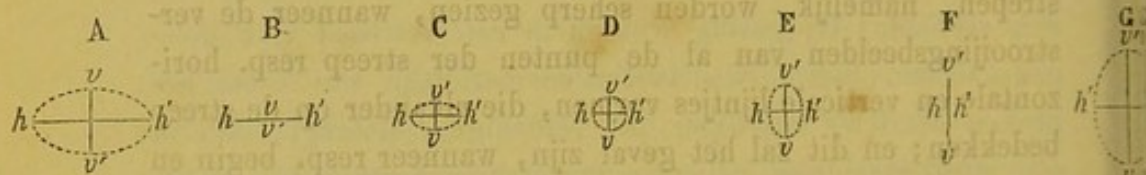
beide zijn dan de hoofd-meridianen. Door eene centrale ronde opening fig. 1  $vv'$   $hh'$  valle op dit vlak een stralen-

Fig. 1.



kegel, uitgegaan van een punt, in de verlenging der gezigtsas gelegen; van dezen kegel beschouwen wij alléén de stralen, in het verticale vlak  $vv'$  en de stralen, in het horizontale vlak  $hh'$  gelegen, waarvan resp. de punten  $vv'$  en  $hh'$  de buitenste zijn. Na de breking naderen beide tot de gezigtsas (die loodregt op het vlak der teekening door  $a$  gaat),  $vv'$  echter sneller dan  $hh'$ . Vóór de vereeniging liggen zij, op de doorsnede, dus als in fig. 2 A, en waar  $vv'$  in één punt zamentreffen B, zijn

Fig. 2.



$hh'$  nog niet tot vereeniging gekomen. Daarop vindt men nu achtereenvolgens  $vv'$  reeds overkruist,  $hh'$  tot elkander genaderd C, D en E; verder  $hh'$  in één punt vereenigd en  $vv'$  na de overkruising verder uiteengegaan F; eindelijk beide overkruist G. — Het brandpunt van  $vv'$  ligt dus het meest naar voren, dat van  $hh'$  't meest naar achteren op de as. De ruimte tusschen deze beide punten, waar stralen van verschillende meridianen zich overkruisen, kan focaal-ruimte (*intervalle focal* of *Brennstrecke* van STURM) genoemd worden.

Uit bovenstaande figuren blijkt nu duidelijk, welke opvolgende vormen de doorsnede des lichtkegels zal vertoonen. In 't midden der focaalruimte D zal hij nagenoeg rond zijn, en naar voren door liggende ellipsen C, met toenemende



excentriciteit, in eene horizontale lijn B; naar achteren door staande ellipsen E in eene verticale lijn F overgaan, terwijl vóór de focaal-ruimte eene grootere liggende A, achter de focaal-ruimte eene grootere staande ellips G zal gevonden worden.

Zoo als wij zagen, beantwoorden hieraan in 't algemeen de verstrooiingsbeelden van het oog. Zij vinden dus hunne verklaring, wanneer het dioptrisch stelsel van het oog als een enkel brekend vlak, met verschil van krommingsstraal in zijne onderscheidene meridianen, wordt beschouwd, en 't zal nader blijken, dat wij daartoe het regt hebben.

Voorts wordt door den vorm der verstrooiingsbeelden, bij breking door een dergelijk vlak, volkomen toegelicht, wat wij over 't verschil in duidelijkheidsafstand van strepen van verschillende rigting mededeelden. Horizontale en verticale strepen, namelijk, worden scherp gezien, wanneer de verstrooiingsbeelden van al de punten der streep resp. horizontale en verticale lijntjes vormen, die elkander op de streep bedekken; en dit zal het geval zijn, wanneer resp. begin en einde der focaal-ruimte aan de percipierende netvliesvlakte beantwoorden.

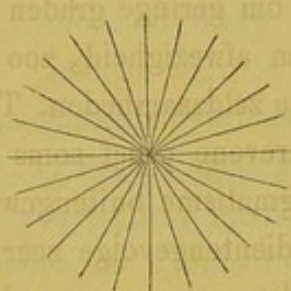
Om de voorstelling gemakkelijker te maken, namen wij tot dusverre aan, dat het maximum van kromming met den verticalen, het minimum met den horizontalen meridiaan zamenvalt. Regel is het dan ook, dat zij daaraan nagenoeg beantwoorden. Maar op dien regel bestaan, bepaaldelijk, wanneer het geringe graden van astigmatisme geldt, talrijke uitzonderingen. Niet zelden is de afwijking van de gewone rigting zeer aanzienlijk; en zelfs komt het voor, dat het krommings-maximum nagenoeg met den horizontalen, het minimum met den verticalen meridiaan zamenvalt. Zoo vond het THOMAS YOUNG, de ontdekker van 't astigmatisme, in



zijn eigen oog, en ook mij hebben reeds twee gevallen van dien aard zich voorgedaan.

In 't algemeen levert het geene zwarigheid op, de rigting der hoofd-meridianen (die van krommings-maximum en minimum) te bepalen. In de proeven, boven ten bewijze van 't bestaan van astigmatisme vermeld, ligt het middel daartoe opgesloten. Was men zich zijner accommodatie zoo volkomen bewust, dat men met juistheid kon aangeven, welke

Fig. 3.



lijnen van nevenstaande figuur bij 't maximum, welke bij 't minimum van gevorderde inspanning geheel scherp worden gezien, dan zouden daarmee de rigtingen van krommingsmaximum en minimum bekend zijn. Dat bewustzijn is echter zelden zeer naauwkeurig.

Een veel zekerder middel ter beoordeeling vindt men daarom in de rigting, waarin de verstrooiingsbeelden van een lichtpunt zich aan deze en aan gene zijde van den afstand van duidelijk zien uitgerekt vertoonen. Met regtstandig hoofd, het oog door glazen gebragt tot eene myopie van ongeveer  $\frac{1}{2}$ , brenge men een lichtpunt (bijv. eene zeer kleine opening in een zwart plaatje, naar den hemel of naar den ballon eener lamp gekeerd) in een horizontaal vlak achtereenvolgens *binnen* en *buiten* den afstand van duidelijk zien: het vertoont zich bij deze twee standen in tegengestelde rigting verlengd, in dier voege, dat de langste afmeting bij den eersten stand aan de rigting van 't krommingsminimum, die bij den tweeden stand aan de rigting van 't krommingsmaximum beantwoordt.

Scherper nog is het resultaat, wanneer men het oog, door een glas (welks as met de gezichtsas moet samenvallen) ligt myopisch gemaakt (bijv.  $\frac{1}{10}$ ), naar een verwijderd lichtpunt (eene kleine ronde naar 't licht gekeerde opening



in een zwart scherm) laat zien, en nu een negatief glas (bijv.  $-\frac{1}{30}$ ) er afwisselend voorhoudt en wegneemt. Telkens wordt dan 't verstrooiingsbeeld in twee tegengestelde rigtingen uitgerekt, — onder toevoeging van  $-\frac{1}{30}$  in den meridiaan van krommings-minimum, zonder die toevoeging in dien van krommings-maximum. Bij snel heen en weêr schuiven van het glas, worden de beide beelden (door 't nablijven der indrukken) aanhoudend en tegelijk gezien, en vertoonen bij sommigen dan den vorm van een kruis.

Deze proef is tevens zeer geschikt, om geringe graden van astigmatisme aan te toonen. Volslagen afwezigheid, zoo die voorkomt, behoort zeker tot de grootste zeldzaamheden. Twijfelachtig kan het bestaan bij de beschrevene proef soms nog blijven, wanneer het *onregelmatig* astigmatisme buitengewoon ontwikkeld en de verstrooiingsbeelden dientengevolge zeer gecompliceerd zijn. Maar voor die gevallen ook was eene later te beschrijven proef, met behulp van een zwak cilindrisch glas te verrigten, toch telkens beslissend en — bevestigend.

De oorzaak van 't regelmatig astigmatisme is hoofdzakelijk in de cornea te zoeken. Talrijke metingen hebben bewezen, dat de cornea in hare onderscheidene meridianen eenen verschillenden krommingsradius heeft; en wat voor 't dioptrisch stelsel in zijn geheel geldt, dat, namelijk, het krommings-maximum doorgaans ongeveer aan den verticalen meridiaan beantwoordt, is op de cornea, op zich zelve genomen, evenzeer van toepassing. Er staat dus vast, vooreerst, dat de cornea wegens haren vorm astigmatisme voortbrengt, ten anderen, dat, wanneer ook de kristallens invloed heeft, in 't algemeen de werking der cornea het overwigt behoudt.

Van de lens hangt het onregelmatig astigmatisme af; aan haar is de polyopia unioocularis, aan haar zijn de stralen der verstrooiingsbeelden van een lichtpunt hun' oorsprong ver-



schuldigd. 't Regtstreeksch bewijs wordt daarmede geleverd, dat in den toestand van aphakie, wanneer de lens volkomen uit het oog verwijderd is, al deze verschijnselen van onregelmatig astigmatisme zijn opgeheven. In talrijke gevallen heb ik mij hiervan overtuigd. De grenzen der focaal-ruimte, en de overgangsvormen van 't verstrooijingsbeeld (fig. 2) worden, wanneer aphakie bestaat, met eene juistheid en scherpte aangegeven, die aan de strengste eischen der theorie voldoen.

Intusschen wijzigt de kristallens ook het regelmatig astigmatisme, hetzij krachtens den vorm zijner oppervlakten, hetzij door scheeve ligging. Daarom beantwoordt het regelmatig astigmatisme van 't geheele stelsel noch in rigting noch in graad volkomen aan den vorm van 't hoornvlies. Een merkwaardig geval zal later vermelding vinden, waarbij een belangrijk astigmatisme der cornea door eene tegengestelde werking der lens schier geheel werd opgeheven. — Omgekeerd, kan ook de kristallens in gelijken zin werken als het hoornvlies en dus het astigmatisme verhoogen.

Eene afwijking, overeenkomende met die van 't regelmatig astigmatisme, kan worden voortgebracht, door aan eene gewone sphaerische lens eene cilindrische toe te voegen. 't Is zeer leerrijk, de hierbij ontstaande verschijnselen op een scherm aan-schouwelijk te maken. Eene cilindrische brekende vlakke geeft afwijking in het vlak, loodregt op de as van den cilinder. In vlakken, door de as gelegd, wijken de stralen niet van hunne rigting af. Eene positieve cilindrisch geslepene lens verzamelt dus evenwijdig homocentrisch licht in eene lijn, welker rigting gelijk is aan die der as van den cilinder. Verbindt men nu eene zwakke positieve cilindrische lens zoodanig met eene sterke positieve sphaerische, dat de as dezer laatste de horizontaal gerigte as van den cilinder onder een' regten hoek snijdt, dan zullen van oorspronkelijk evenwijdige stralen



de in den verticalen meridiaan gelegene door de werking der cilindrische lens convergerende worden, en dus hun vereenigingspunt op korteren afstand achter de lens vinden, dan de in den horizontalen meridiaan invallende stralen, op welker rigting de cilindrische lens zonder invloed bleef. Het effect hiervan is, dat, in 't vereenigingspunt van laatstgenoemde stralen, de reeds overkruiste stralen van den verticalen meridiaan op eene dwarse lijn zullen liggen, en dat, omgekeerd, in 't vereenigingspunt dezer laatste, de nog niet zamengekomen stralen van den horizontalen meridiaan een horizontaal lijntje zullen vormen. Wij verkrijgen dus hierbij, even als bij de breking aan een asymmetrisch vlak, eene focaal-ruimte, begrensd tusschen twee lineaire, loodregt op elkander staande verstrooiingsbeelden, terwijl voorts, wanneer de stralen door eene centrale ringvormig begrensde opening op de lensen zijn getreden, de in de focaal-ruimte gevormde verstrooiingsbeelden met de boven (fig. 2) afgebeelde overeenstemmen.

Het astigmatisme, als gevolg eener positieve cilindrische lens, kan door eene tweede van gelijken brandpuntsafstand worden opgeheven, hetzij door eene negatieve, welker as evenwijdig is aan de eerste, hetzij door eene positieve, welker as loodregt op die der eerste staat. Zoo ook kan het astigmatisme van 't oog door eene cilindrische lens worden gecorrigeerd; en, naar 't beginsel tot bepaling van den graad der refractie-anomaliën, in § 1 vermeld, bepaalt de brandpuntsafstand der hiertoe vereischte cilindrische lens den graad van het astigmatisme: het is omgekeerd evenredig aan den brandpuntsafstand der corrigerende lens, in Parijsche duimen uitgedrukt.

Zoo lang het astigmatisme de gezigtsscherpte niet wezenlijk vermindert, noemen wij het normaal. Abnormaal is het,



zoodra stoornis intreedt. Bedraagt het  $\frac{1}{40}$  of meer, dan moet het als abnormaal worden aangemerkt.

De asymmetrie van het dioptrisch stelsel van het oog nam het eerst THOMAS YOUNG 1) bij zich zelven waar. De uitstekende geleerde en natuuronderzoeker, wiens schitterende verdiensten op 't gebied der physiologische optica eerst door HELMHOLTZ naar eisch werden gewaardeerd, was zelf bijziende. Bij ontspanning van het oog, derhalve bij bepaling van 't verste punt, zag hij op zijn optometer, in horizontale ligging gehouden, de dubbelbeelden van den draad zich op 7 duim van 't oog overkruisen, daarentegen op 10 duim, bij verticale houding. Dit wijst, bij reductie der engelsche duimen in Parijsche, een astigmatisme aan van ruim  $\frac{1}{25}$ ; en het is dus vreemd, dat YOUNG, zoo als hij zelf verklaart, geene stoornis daarvan had ondervonden. De opticus CARY, wien YOUNG zijne bevinding mededeelde, verklaarde hem, reeds meermalen te hebben gevonden, dat bijzienden veel scherper onderscheiden, wanneer de vereischte glazen in eene bepaalde schuinsche rigting voor het oog gehouden werden: hierbij nu kan, althans wanneer sterke glazen noodig zijn, een zekere graad van astigmatisme worden gecorrigeerd. — Ook YOUNG bestudeerde reeds den vorm der verstrooiingsvlekken en beeldde die af. Den grond van het astigmatisme zocht hij in de kristallens, wyl het bleef voortbestaan, toen hij zijne cornea in water dompelde en hare werking door eene convexe lens verving. Een' scheeven stand der kristallens nam hij daarom als oorzaak aan, en zelfs meende hij uit de verstrooiingsbeelden van een lichtpunt te mogen afleiden, dat ook de beide vlakken zijner lens niet gecentreerd waren. — In een tweeledig opzigt leverde het oog van YOUNG dus eene uitzondering op: de breking was sterker in den horizontalen dan in den verticalen meridiaan, en de oorzaak lag in de lens.

FICK 2) vond bij zich zelven een astigmatisme van  $\frac{1}{315}$ , HELM-

1) *Philos. Transactions* for 1793, Vol. LXXXIII, p. 169, en *Miscellaneous Works of the late THOMAS YOUNG*, edited by PEACOCK. London 1855, T. I, p. 26.

2) *Zeitschrift f. ration. Medizin.* N. F. VI, S. 83.



HOLTZ 1) van  $\frac{1}{11.9}$ . BRUECKE, naar ik meen, kon er geen hoegenaamd waarnemen. Op mijn regter oog bedraagt het  $\frac{1}{10.0}$ , op mijn linker  $\frac{1}{9.5}$ . De meeste scherp ziende oogen hebben niet meer dan  $\frac{1}{11.0}$  tot  $\frac{1}{8.0}$ . Bedraagt het meer, dan wordt onder sommige omstandigheden (verg. de volgende §) het gezichtsvermogen reeds gestoord.

De theorie der breking aan asymmetrische vlakken is reeds voor vele jaren door STURM 2) ontwikkeld. Hij toonde aan, dat, wanneer op een zeer klein ringvormig begrensde stuk (fig. 4, *o*) eener

Fig. 4.



bolle asymmetrische vlakke een homocentrische lichtbundel valt, deze na de breking niet homocentrisch blijft, maar dat de gebroken stralenbundel wordt ingehuld door eene zekere windscheef oppervlak (*surface gauche*), dat, behalve door de kleine opening *o*, begrensd wordt door twee zich in de ruimte overkruisende regte lijnen *hh'* en *vv'*, die niet in 't zelfde vlak liggen: wordt *hh'* in 't vlak der figuur gedacht, zoo is *vv'* als de projectie eener loodregt daarop staande lijn te beschouwen. De ruimte tusschen *hh'* en *vv'* is de focaal-ruimte (*intervalle focal*, *Brennstrecke* van STURM).

Boven hebben wij opgemerkt, dat de vormen der verstrooiingsbeelden van het dioptrisch stelsel van 't oog in 't algemeen beantwoorden aan hetgeen bovenstaande theorie eischen zou, behoudens eigenaardige complicatiën. Er dient nader te worden onderzocht, waarin de asymmetrie van dat stelsel bestaat.

Vooreerst dan, de cornea is asymmetrisch. Zij kan, zoo als talrijke metingen bewijzen, beschouwd worden als het top-segment eener ellipsoïde met drie ongelijke assen. De lange as beantwoordt aan de gezichtsas; de beide korte assen liggen in den regel nagenoeg

1) *Physiol. Optik.* I. c. p. 145.

2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris.* T. XX, p. 554, 761, 1238, en *POGGENDORFF's Annalen*, B. 65, 116. Verg. *FICK, Mediz. Physik*, S. 327, waaraan bovenstaande figuur ontleend is.







zijn moet, waarbij  $n$  de lichtbrekingscoëfficiënt beteekent. Deze voorwaarde is dezelfde als voor symmetrische of rotatie-vlakken. De nagenoeg loodregt bij  $b$  opvallende stralen hebben dus een gemeenschappelijk vereenigingspunt op de as, welks afstand van den krommingsstraal  $r$  der kromme lijn  $b c h$  in  $b$  afhangt. Ligt  $p$  op oneindigen afstand, zoo is de achterste brandpuntsafstand voor de gegevene hoofdsnede

$$F' = \frac{n r'}{n - 1}.$$

Voor de stralen, die, van  $p$  uitgaande, in de andere hoofdsnede verloop, die door  $b q$  en de derde as gelegd is, verhoudt zich alles op dezelfde wijze; alleen heeft de krommingsstraal in den top van het vlak eene andere waarde  $r''$ , en de brandpuntsafstand in deze tweede hoofdsnede is

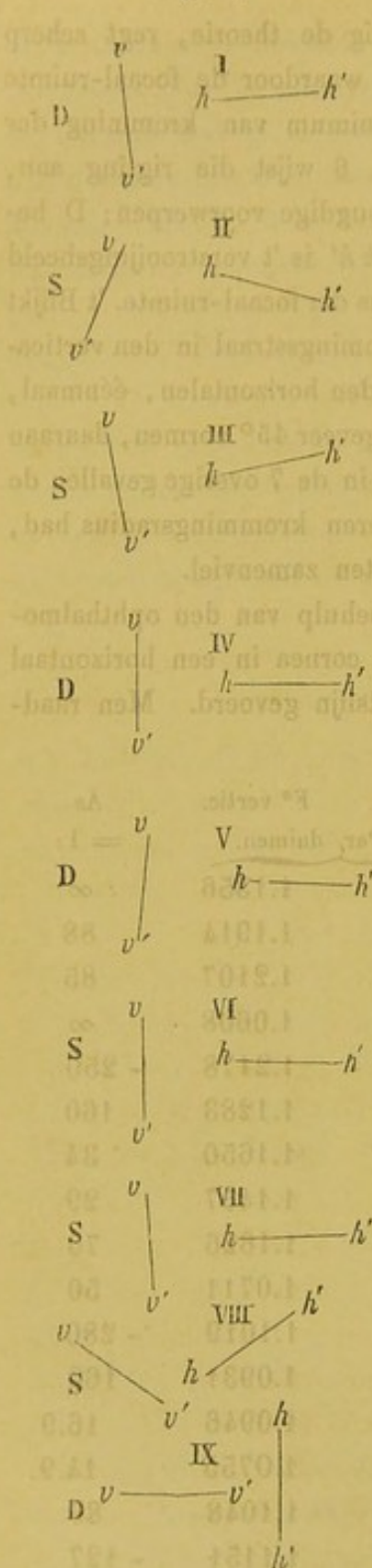
$$F'' = \frac{n r''}{n - 1}.$$

De straal  $p q$  wordt dus door de stralen, die in het vlak der teekening onmiddellijk daaraan grenzen, in een punt, bijv. in  $q$ , gesneden; daarentegen door de stralen, die in een loodregt op het vlak der teekening gelegen vlak daaraan grenzen, niet in hetzelfde punt  $q$ , maar in eene andere punt, bijv. in  $s$ .

Het is nu duidelijk, dat, in het punt  $q$  der as, de stralen, liggende in een vlak, loodregt op de teekening, nog eene lineaire uitbreiding hebben in dat vlak; dat daarentegen de stralen, liggende in het vlak der teekening en zich vereenigende in  $q$ , in het punt  $s$  der as gekomen, weder eene lineaire uitbreiding hebben verkregen: in  $q$  en  $s$  liggen aldus de grenzen der focaal-ruimte. — Uit de aanschouwelijke voorstelling, boven gegeven, kon dit alles reeds worden opgemaakt. Maar nu eerst wordt het duidelijk, wat boven opzettelijk werd ter zijde gelaten, dat bij deze beschouwing alléén de stralen, zamenvallende met de twee hoofdsneden der ongelijkassige ellipsoide, zijn opgenomen. Alléén toch in deze hoofdsneden gaan de normalen door de hoofdas; in alle andere meridiaan-doorsneden liggen de normalen buiten de as, worden, bijgevolg, de invallende stralen niet in een vlak gebroken, waarin de hoofdas ligt, en



Fig. 6.



snijden de stralen zich dus ook niet in een punt der as. — 't Blijkt hieruit, dat wij ons niet mogen voorstellen, dat in de focaal-ruimte eene rij van brandpunten op de as zou liggen. Dit geldt slechts voor 't begin en einde dier ruimte. De bundel is, zoo als STURM leerde, besloten in een windscheef vlak, en daarbij juist snijden al de in de verschillende meridianen gebroken stralen zich in de overkruiste lijnen, die begin en einde der focaal-ruimte begrenzen, en komen de vroeger beschrevene overgangsvormen van de doorsneden des lichtbundels in de focaal-ruimte tot stand. (Omtrent de theorie zie verder STURM, l. c.).

De vorm der cornea doet verwachten, dat zij op zich zelve een astigmatisme moet voortbrengen, geheel overeenkomende met het hier beschrevene. Bij onderzoek heb ik dit bewaarheid gevonden. Ik heb daartoe gevallen gekozen, waarin, bij cataracta congenita, de lens door talrijke punctiën volkomen tot oplossing was gebracht (zoodat van eene vormverandering der cornea ten gevolge der kunstbewerking geene sprake kon zijn), en waarbij de pupil goed rond gebleven was. Zonder uitzondering werden door deze oogen de grenzen der focaal-ruimte als dunne lijnen, en de vormveranderingen

der verstrooiingsbeelden, overeenkomstig de theorie, regt scherp aangegeven. Uit de rigting der lijnen, waardoor de focaal-ruimte begrensd was, waren maximum en minimum van kromming der cornea onmiddellijk af te leiden: Fig. 6 wijst die rigting aan, gevonden in gevallen van aphakie bij jeugdige voorwerpen; D beteekent een regter, S een linker oog;  $h h'$  is 't verstrooiingsbeeld aan de voorste,  $v v'$  aan de achterste grens der focaal-ruimte. 't Blijkt hieruit, dat slechts éénmaal (IX) de krommingsstraal in den verticaalen meridiaan grooter was dan die in den horizontalen, éénmaal, terwijl  $h h'$  en  $v v'$  beide een' hoek van ongeveer  $45^\circ$  vormen, daaraan nagenoeg gelijk moest zijn (VIII), terwijl in de 7 overige gevallen de verticale meridiaan blijkbaar een' kleineren krommingsradius had, 4 malen zelfs nagenoeg met den kleinsten zamenviel.

Tot gelijke uitkomst leidden de met behulp van den ophthalmometer gevondene krommingsstralen der cornea in een horizontaal en in een verticaal vlak, door de gezichtslijn gevoerd. Men raadplege onderstaande tabel.

Waar- nemers.	$\varphi^\circ$ hor. mm.	$\varphi^\circ$ vert. mm.	$F''$ hor. in Par.	$F''$ vertic. duimen.	As = 1:
1	7.74	7.74	1.1356	1.1356	$\infty$
2	8.20	8.12	1.2031	1.1914	88
3	8.34	8.19	1.2237	1.2107	85
4	7.23	7.23	1.0608	1.0608	$\infty$
5	8.27	8.30	1.2134	1.2178	- 250
6	7.73	7.69	1.1342	1.1283	160
7	8.15	7.94	1.1958	1.1650	34
8	8.08	7.81	1.1855	1.1457	29
9	8.02	7.92	1.1767	1.1626	76
10	7.42	7.30	1.0887	1.0711	50
11	7.49	7.51	1.0987	1.1019	- 280
12	7.49	7.45	1.0987	1.0931	160
13	7.84	7.46	1.1503	1.0946	16.9
14	7.75	7.33	1.1371	1.0755	14.9
15	7.60	7.53	1.1151	1.1048	89
16	7.55	7.60	1.1078	1.1151	- 127



16	KNAPP.	7.80	7.91	1.1445	1.1605	- 62
17		8.07	8.26	1.1840	1.2120	- 40
18		7.23	7.385	1.0608	1.0835	- 38
19		7.22	7.08	1.0593	1.0388	40
20		7.74	7.71	1.1356	1.1313	220

In de tweede kolom zijn de voor 't horizontale, in de derde de voor 't verticale vlak gevondene krommingsstralen opgeteekend, uitgedrukt in mm; in de vierde en vijfde kolom zijn de achterste brandpuntsafstanden  $F''$  der cornea in de beide vlakken opgenomen, berekend naar de formule

$$F'' = \frac{n r}{n - 1}$$

waarbij  $n = 1.3365$  is aangenomen. Zij zijn in Parijsche duimen uitgedrukt, en daaruit is, naar de formule

$$f' = \frac{F' f''}{f'' - F''}$$

de brandpuntsafstand berekend eener cilindrische lens, die, aan den horizontalen meridiaan toegevoegd, in dezen het achterste brandpunt zou doen zamenvallen met het brandpunt voor den verticalen meridiaan. In deze formule is  $F'$  ( $= F'' : n$ ) de *voorst*e brandpuntsafstand van 't hoornvlies in het horizontale vlak,  $f''$  de achterste brandpuntsafstand in het verticale vlak,  $f'$  de afstand van het hoornvliësvlak tot een punt op de as, waarop de stralen in een horizontaal vlak moeten gericht zijn, om hun vereenigingspunt te vinden in het brandpunt van het verticale vlak. Is de krommingsradius in het horizontale vlak grooter dan in het verticale, dan is  $f'' < F''$ , en dus  $f'$  negatief, 't geen beteekent, dat de stralen moeten convergeren naar een punt, achter de cornea gelegen, en dat de cilindrische lens dus eene positieve zijn moet. Is de krommingsradius in het verticale vlak grooter, dan heeft het omgekeerde plaats, en de cilindrische lens moet in dit geval negatief zijn. Is dus  $f'$  negatief, dan is eene positieve lens noodig en omgekeerd. Het negatieve teeken in de tabel is geplaatst, waar eene negatieve lens noodig was. Overigens vindt



men bij de berekening, dat (de lens onmiddellijk aan de cornea gedacht) eene negatieve, die den brandpuntsafstand der sterkste kromming in dien der zwakste zal veranderen, gelijken brandpuntsafstand hebben moet, als eene positieve, die het omgekeerde vermag.

Uit de tabel blijkt vooreerst, dat, onder de 15 gevallen, door ons onderzocht, slechts 3 malen in het horizontale vlak een kleinere radius werd gevonden dan in 't verticale, en dat daarbij telkens het verschil buitengewoon gering was. Onder de 5 gevallen van KNAPP (de 5 laatste) daarentegen komen er niet minder dan 3 voor, waarin het horizontale vlak een' kleineren krommingsstraal heeft dan 't verticale. Ik schrijf dit aan een toeval toe, te meer, wijl wij nog een grooter aantal hoornvliezen gemeten hebben, waaronder, zoo als ik mij herinner (de aantekeningen gingen toevallig verloren), er naauwelijks enkelen waren, met kleineren radius in 't horizontale vlak.

Wat de bijzondere gevallen aangaat, ziet men, dat op 20 gevallen slechts 5 malen het astigmatisme der cornea meer dan  $\frac{1}{40}$  bedroeg, dat wil zeggen, dat tot compensatie van 't verschil van brandpuntsafstand in 't verticale en horizontale vlak eene cilindrische lens van minder dan 40 duim brandpuntsafstand werd vereischt. In den regel was 't astigmatisme veel geringer. Daarbij valt nog op te merken, dat n<sup>o</sup>. 14, met een astigmatisme der cornea van  $\frac{1}{4.9}$ , aanzienlijk verminderde gezigtsscherpte had, door een cilindrisch glas voor verbetering vatbaar, en dat dit welligt ook bij sommige anderen 't geval was. N<sup>o</sup>. 13, het linker oog van denzelfden persoon, waartoe n<sup>o</sup>. 14 behoort, is het merkwaardige oog, waarin, bij veel astigmatisme der cornea, het geheele stelsel (wegens compensatie door de lens) slechts een' geringen graad vertoonde, die aan de gezigtsscherpte geen afbreuk deed.

In 't algemeen leeren overigens de verkregene uitkomsten, dat het astigmatisme der cornea niet veel van dat van 't geheele stelsel afwijkt, en dat bij beide het krommingsmaximum veel zeldzamer in den horizontalen dan in den verticalen meridiaan wordt gevonden.



Eene poging, om, voor ieder oog in 't bijzonder, het astigmatisme, uit het hoornvlies voortvloeiende, met het totale astigmatisme van 't dioptrisch stelsel te vergelijken, heb ik voor deze gevallen nagelaten. Ik kon daarvan geene bruikbare uitkomst verwachten. Om, namelijk, uit het gevonden verschil te kunnen afleiden, welk astigmatisme de kristallens bezit, zouden de krommingsstralen in de hoornvliesas, en wel in de meridianen van maximum en minimum, moeten zijn bekend geweest. Wel is waar, wijken de krommingsstralen in de gezichtslijn weinig af van die in de hoornvliesas 1), en zijn de hoofdmeridianen doorgaans nagenoeg horizontaal en verticaal, zoodat men in 't algemeen uit de gedane metingen kan beoordeelen, hoeveel astigmatisme uit de asymmetrie van 't hoornvlies voortvloeit; maar de afwijking is zeker toch te groot, om het *geringe* astigmatisme der kristallens (als verschil tusschen het totale en het voor de cornea gevondene) *door aftrekking* te mogen bepalen.

Eene tweede oorzaak van astigmatisme is scheeve ligging van het brekingsvlak. Als zoodanig komt ook het hoornvlies in aanmerking. De gezichtslijn, namelijk, valt niet zamen met de hoornvliesas: dat is, de beelden, in de gele vlek gevormd, de beelden dus van het directe zien, zijn die van voorwerpen ter zijde der hoornvliesas gelegen. Gemiddeld bedraagt de hoek, dien de gezichtslijn (de hoofdrichtingslijn, die het vereenigde knooppunt snijdt en beeld en direct geziene voorwerp verbindt) in 't horizontale vlak met de hoornvliesas maakt, ongeveer  $6^{\circ}$ , en is, zoo als talrijke metingen, gemeenschappelijk met Dr. DOJER verrigt, mij geleerd hebben, grooter bij hypermetropen, kleiner bij myopen. Bij de laatste kan hij  $= 0$  en zelfs negatief worden: dat is, de gezichtslijn kan het hoornvlies, in plaats van aan de binnenzijde, aan de buitenzijde zijner as snijden. In 't algemeen is intusschen de hoek te klein, om een' merkbaaren invloed op 't astigmatisme uit te oefenen. In de gevallen van aphakie beantwoordden dan ook de verstrooiingsbeelden voor een lichtpunt geheel aan die

1) Verg. KNAPP, l. c.



van den top eener ongelijkassige ellipsoïde, terwijl de bekende komeet-vorm der verstrooiingsbeelden van een buiten de as gelegen lichtpunt geheel ontbraken.

Zoo gemakkelijk het is, den vorm van 't hoornvlies met voldoende naauwkeurigheid te bepalen, zooveel bezwaren levert het op, in 't levend oog eene juiste kennis van den vorm van de krommingsvlakken der kristallens te verkrijgen. De waarschijnlijke fouten zijn zoo groot, dat er niet aan te denken is, regtstreeks te bepalen, of die vlakken al dan niet symmetrisch zijn. In hoever zij gecentreerd mogen heeten, kan daarentegen uit de reflexie-beelden wel ongeveer worden afgeleid. Nu leert het astigmatisme van 't geheele stelsel, vergeleken met dat van 't hoornvlies, dat de lens daarop niet zonder invloed is. Hare werking is, zooals wij opmerkten (§ 2), hoogst onregelmatig: duizenderlei individuele afwijkingen komen in dit opzigt voor. Maar, afgezien hiervan, wijzigt de lens den graad van regelmatig astigmatisme (n<sup>o</sup>. 13 der tabel, en vele gevallen van hoogen graad van astigmatisme bewijzen het), en het is de vraag, hoe zij dit vermag. Tweeërlei kan hier weder in aanmerking komen. Vooreerst de vorm der krommingsvlakken: deze zouden zeer wel ongelijkassige ellipsoïden kunnen zijn, waarvan maximum en minimum niet met die der cornea zouden behoeven zamen te vallen; hieromtrent is echter niets met zekerheid bekend. Ten anderen, zou scheeve stand der lens een' overeenkomstigen invloed hebben. Dat die invloed soms bestaat, althans bij hoogere graden van astigmatisme, is, zoo als later blijken zal, regtstreeks bewezen. En dat hij zich in de kristal-lenzen mijner oogen doet gelden, daarvan heeft de studie der verstrooiingsbeelden van een lichtpunt mij overtuigd: vóór en achter het middelste gedeelte der focaal-ruimte heeft de doorsnede van den stralenbundel; van een lichtpunt afkomstig, juist zoodanig uiteenloopende vormen, als men bij scheeven stand eener lens op een scherm kan waarnemen; en hiermede staat in verband, dat het oog, bij reductie voor een te nabij gelegen punt (niet door accommodatie, maar door lenzen, zoodat de pupil in beide gevallen gelijke middellijn behoudt), veel scherper ziet, dan bij reductie voor een te veel verwijderd punt:



in 't eerste geval, hoezeer het verstrooiingsbeeld zich uitbreide, blijven vele stralen nog langen tijd eene veel hellere kern vormen. Ik twijfel niet, of iets soortgelijks zullen ook anderen bij naauwlettend onderzoek waarnemen.

De slotsom blijft intusschen, dat het regelmatig astigmatisme in den regel van het hoornvlies afhangt, dat dit door de lens wel gecompliceerd en gewijzigd wordt, maar, in weêrwil hiervan, zoo wel in graad als in rigting het overwigt behoudt.

Leerrijk zou het zijn, stralen, door den top eener ellipsoïde met drie ongelijke assen gebroken, op een scherm te kunnen opvangen. Daar het geen rotatie-ligchaam is, zal die vorm intusschen wel naauwelijks te slijpen zijn. Maar, zooals wij zagen, kan men na genoeg hetzelfde verkrijgen, wanneer men met eene gewone sphaerische lens eene cilindrische van veel grooteren brandpuntsafstand verbindt. Deze lenzen kan men vereenigen in een' korten cilinder. Het licht late men 't eerst vallen op de symmetrische sphaerische lens, die door een diaphragma met ronde opening van de cilindrische gescheiden is. Als cilindrische gebruike men eene combinatie van twee plau-cilindrische lenzen, eene positieve en eene negatieve van gelijken brandpuntsafstand, waarvan de eene om de as van den koker draaijen kan: men verkrijgt zoodoende de werking eener enkele cilindrische lens, welker astigmatisch vermogen  $= 0$  is, wanneer de assen der cilindrische krommingsvlakken evenwijdig zijn, en bij draaijing tot  $90^\circ$  allengs stijgt tot dat der som van de beide lenzen. Verbindt men deze combinatie met eene sphaerische lens, zoo kan men haar al die graden van astigmatisme mededeelen. 't Blijkt dan, bij proefneming, dat de focaal-ruimte des te grooter, de lijnen, die haar begrenzen, des te langer en de doorsneden des lichtbundels in het verloop der focaal-ruimte des te grooter worden, hoe sterker de cilindrische lens is, dat is, hoe grooter het astigmatisme wordt. Is het klein, dan verkrijgt men in de focaal-ruimte nog vrij goede beelden, die, naarmate het grooter wordt, meer en meer voor diffuse plaats maken.

STURM beweerde, dat de focaal-ruimte, die 't gevolg is der asymmetrie, elke accommodatie van 't oog voor verschillende afstan-



den zou overbodig maken. Die bewering behoeft thans geene weêrlegging meer. Hare onhoudbaarheid springt in 't oog, wanneer men bedenkt, dat de focaal-ruimte voor 't dioptrisch stelsel van 't oog veel te gering zou zijn, om het geheele accommodatiegebied in zich te bevatten, en dat, ware ze lang genoeg, de scherpte van 't gezichtsvermogen door de groote verstrooiingsbeelden aanmerkelijk zou lijden, zooals bij een' hoogen graad van astigmatisme werkelijk het geval is. Maar in zooverre ligt er eene waarheid in de voorstelling van STURM, dat voorwerpen, welker afstand van 't oog zoo weinig verschilt, dat hunne focaal-ruimten nog in elkander vallen, zich nagenoeg even duidelijk vertoonen. De accommodatie-lijn van CZERMACK, die ten onregte met de lengte der staafjes werd in verband gebracht, is daarvan afhankelijk; zij berust op de asymmetrie van het brekend stelsel van 't oog en is eene functie van de lengte der focaal-ruimte.

Als effect der asymmetrie teekenden wij op, dat het achterste brandpunt in den meridiaan van grootste kromming het minst, in dien van kleinste kromming het meest van de cornea verwijderd is. Klaarblijkelijk beantwoordt hieraan een verschil in ligging van al de cardinale punten. Bij de hooge graden van astigmatisme komen wij op dit feit en zijne gevolgen voor het zien terug.

#### IV.

#### **Stoornissen en verschijnselen bij hooge graden van astigmatisme.**

Wij hebben gezien, dat een zekere graad van regelmatig astigmatisme aan alle oogen toekomt, en dus niet als abnormaal kan worden beschouwd. Abnormaal noemen wij het eerst, wanneer het dien graad bereikt, dat de scherpte van het zien er kennelijk onder lijdt. Bij gelijke lengte der focaal-ruimte is dit te eerder het geval, hoe grooter de pupil is. Wij stellen ons dus voor, de waarnemingen te doen bij eene gemiddelde grootte der pupil, onder voldoende verlichting.



Het eerst openbaart zich de stoornis, wanneer in 't zelfde vlak strepen van verschillende rigting moeten worden onderscheiden. Staan deze ver uiteen, dan regelt zich doorgaans schier onwillekeurig de accommodatie, om ze afwisselend scherp waar te nemen, en de stoornis kan nog uitblijven. Staan ze dicht bijeen, dan vallen de verstrooijingsbeelden der eene rigting over de scherpe beelden der andere, waarvoor men is geaccommodeerd, en er ontstaat verwarring. Bij de meeste kapitale Romeinsche letters komt dit al spoedig voor. Daarom juist zijn deze doelmatig, om de gezigtsscherpte te toetsen. Het normale oog herkent onderstaande vormen (fig. 7)

Fig. 7.

$n:X$   
**P R T V X Z B D**

$n:V$   
**A C E G I L N P R T V X Z**

$n:III$   
**C E G I L N P R T V X Z B D F H K M O**

bij voldoende verlichting met zekerheid onder een' hoek van 5 minuten. Het nummer, waarmede ze zijn aangeduid, wijst den afstand aan in Parijsche voeten, waarbij ze zich onder dien hoek vertoonen, en door 't normale oog dus worden herkend.

1. Het eerste verschijnsel nu van abnormaal astigmatisme is, dat genoemde letters eerst onder grootere hoeken, dat is op kleinere afstanden, herkend worden. Den graad der gezigtsscherpte kan men naar deze methode gemakkelijk bepalen. Men behoeft slechts den afstand in voeten  $d$ , waarop

1) Dr. SNELLEN heeft een systeem van dergelijke letters ontworpen, gaande van CC tot I, zeer geschikt, om den graad der gezigtsscherpte te bepalen.

ze onderscheiden worden, te deelen door het nummer N, en men vindt de gezigtsscherpte

$$S = \frac{d}{N}$$

Wordt XX op 20 voeten afstand gezien, dan is de gezigtsscherpte volkomen

$$S = \frac{20}{20} = 1.$$

Wordt XX slechts op 10, XII slechts op 3 voeten afstand onderscheiden, dan is

$$S = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$$

$$S = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}.$$

Bij de naauwkeurigste accommodatie, met of zonder sphaerische glazen, heeft het oog, bij abnormaal astigmatisme, nimmer  $S = 1$ . Het daalt niet zelden tot  $S = \frac{1}{5}$ . Is  $S = \frac{1}{2}$  dan is de stoornis reeds zeer belemmerend.

2. Er bestaat eene zekere onverschilligheid voor vrij uitloopende brilglazen. Eene bepaalde keuze blijkt onmogelijk te zijn. Glazen van  $\frac{1}{6}$  en van  $\frac{1}{8}$  worden even goed gevonden. Bij verminderde gezigtsscherpte, uit andere oorzaken voortspruitende, bestaat die onverschilligheid niet, of althans in veel geringere mate. Dit verschijnsel deed mij vóór langen tijd reeds vermoeden, dat de verminderde gezigtsscherpte, aan hypermetropie veelal eigen, van abnormaal astigmatisme zou afhankelijk zijn. Het verschijnsel vindt zijne verklaring in de lange focaal-ruimte, welke doorsneden als verstrooiingsbeelden allen nagenoeg even storend zijn, en in welker bereik, bij matig verschil van glazen, het netvlies al ligtelijk zijne ligging behoudt (verg. bl. 29).

3. Het verstrooiingsbeeld van een lichtpunt verandert, bij wijziging der accommodatie, niet slechts in grootte, maar



ook in vorm. Alléén wanneer het midden der focaal-ruimte aan het percipierend vlak beantwoordt, is dat beeld nagenoeg rond; bij elken anderen accommodatie-toestand wordt het in de eene of andere rigting uitgerekt. Dit is bij den gewonen graad van regelmatig astigmatisme, zoo als wij zagen, alreeds het geval, maar springt bij hooge graden bijzonder in het oog. Hier vindt men spoedig een glas, waarmede een lichtpunt op afstand zich als eene lichtstreep vertoont, en tevens een modificerend glas (hetzij positief of negatief), dat, vóór het eerste geplaatst, de lichtstreep eene juist tegengestelde rigting doet aannemen. In de vereischte sterkte van dit modificerende glas ligt een middel tot bepaling van den graad van 't astigmatisme opgesloten. Door de rigtingsverandering der lichtstreep, bij afwisselend voorschuiwen van het tweede glas, zijn astigmatici bijzonder getroffen 1). — Wie een genoegzaam beheer over zijne accommodatie heeft kan, zonder modificerende lens te gebruiken, gelijke vormveranderingen der verstrooijingsbeelden willekeurig voortbrengen.

4. De invloed der rigting van strepen op hare duidelijkheid is buitengemeen groot. De sterkste tegenstelling bieden strepen, beantwoordende aan de rigting der lichtlijnen, onder 3 beschreven, die zelden veel afwijken van de verticale en horizontale. Van den refractie-toestand in de verschillende meridianen hangt het af, welke van deze zich op afstand het

---

1) De strepen volgen de zijdelingsche helling van 't hoofd, — een nieuw bewijs, dat de verticale meridiaan van 't oog gelijke helling aanneemt, als het hoofd, en geenszins, ten gevolge eener vroeger door HUECK aangenomene draaijing om de gezichtsas, verticaal blijft. Aan de lijnen van 't verstrooijingsbeeld van een lichtpunt kan men dit insgelijks waarnemen (*Verslagen en Mededeelingen van de Kon. Acad. van Wetenschappen*, 1861, Dl. X, bl. 192). De hierop berustende methode is gemakkelijker nog uitvoerbaar dan die der nabeeelden, door RUETE 't eerst aangegeven (*Handb. der Ophthalmologie*, 1844, B. I.)



duidelijkst zullen vertoonen; maar gemakkelijk is het, het positieve of negatieve sphaerische glas te vinden, waarbij óf de eerste óf de laatste scherp worden gezien: hieraan zal dan de grootste onduidelijkheid van de strepen der tegengestelde rigting beantwoorden. Ook nu is eene modificerende lens ligt te vinden, waarbij deze laatsten scherp worden, en de eersten de hoogste mate van onduidelijkheid verkrijgen. Die onduidelijkheid zal des te grooter en de lens des te sterker moeten zijn, hoe hooger de graad van astigmatisme is. — De afwisselende duidelijkheid der strepen van tegengestelde rigting, bij 't voor- en wegschuiven van 't modificerende glas, springt ook bij lichtere graden reeds sterk in 't oog, terwijl zulks op eene lijn, die onder een' hoek van  $45^\circ$  de beide tegengestelden snijdt, naauwelijks invloed heeft.

5. Bestaan de verschillend gerigte strepen uit korte lijnen, zoo als de onderstaande, dan vloeijen deze op zekeren afstand

Fig. 8. voor *alle oogen* ineen, en men ziet dus slechts de hoofdstreep. Nadert men, dan bemerkt het sterk astigmatische oog de dwarse lijnen veel vroeger in de streep, die het flauwst gezien werd, dan in de helderste.

6. Lijnen van gelijke lengte in de twee tegengestelde rigtingen worden niet even groot gezien, en dit geeft aanleiding tot eene onjuiste beoordeeling van den vorm der voorwerpen: een vierkant vertoont zich als een regthoek.

Hierbij komen twee verschillende oorzaken in het spel. Vooreerst, bij juiste accommodatie, opvolgend voor de staande en de liggende lijnen, vormen de in den meridiaan van sterkste kromming gelegene (in den regel de staande), bij gelijke lengte, langere beelden op 't netvlies. De oorzaak is te zoeken in de ligging der knooppunten of liever van het tweede knooppunt. Hoe verder dit punt (gelijk te stellen met het



optisch middelpunt) van 't netvlies ligt, des te grooter zal het netvlies-beeld zijn, en aangezien de oorzaak van 't astigmatisme hoofdzakelijk in een verschil van kromming der hoornvlies-meridianen te zoeken is, ligt het tweede knooppunt in den meridiaan van sterkste kromming meer naar voren. Bij sterk astigmatisme kan dit verschil meer dan 1 mm. bedragen, dat is ongeveer  $\frac{1}{3}$  van den afstand tusschen tweede knooppunt en netvlies.

In de tweede plaats komt de verstrooiing in aanmerking. Ziet men eene verticale lijn scherp, dan vertoont eene horizontale zich diffuus: zij schijnt breeder. De bovenste en onderste grenzen nu van een vierkant kunnen als horizontale lijnen beschouwd worden: bij gevolg, wanneer men voor de verticale begrenzing van het vierkant geaccommodeerd is, wordt dit in de verticale afmeting grooter gezien. Daar bovendien het zuivere beeld in deze rigting, om 't verschil van ligging der knooppunten, reeds grooter is dan in de horizontale, zoo moet, bij accommodatie voor de verticale begrenzing van een vierkant, dit om eene dubbele oorzaak hooger schijnen, en het verschil tusschen hoogte en breedte wordt dus aanzienlijk. Omgekeerd, wanneer men voor de horizontale begrenzing geaccommodeerd is, doet de verstrooiing het vierkant breeder schijnen en kan hierdoor het effect van 't verschil in ligging der knooppunten compenseren. — Het hier beschreven effect der verstrooiing geldt voor het zien van een hel verlicht vierkant op een' donkeren grond; het keert zich om voor een donker vierkant, op een' hel verlichten grond waargenomen.

7. De gezigtsscherpte verbetert zeer aanzienlijk bij 't zien door eene spleet, ter breedte van 1 tot 2 mm. Men bezige bij deze proeven het stenopaeisch apparaat, welks spleet men naar goedvinden kan vernauwen en verwijden 1). De verbete-

1) Doelmatige apparaten, met openingen van verschillende grootte in een



ring van 't gezichtsvermogen is het grootst, wanneer de spleet in de rigting van 't maximum of 't minimum van kromming wordt gehouden, die men uit de rigting, waarin 't verstrooiings-beeld van een lichtpunt wordt vertrokken (verg. N<sup>o</sup>. 3), heeft leeren kennen. De spleet valt dan samen met eene hoofdsnede, die door twee assen der ellipsoïde gaat. — De verbetering der gezigtsscherpte, bij 't zien door eene spleet, is een verschijnsel van veel beteekenis. Het levert regtstreeks 't bewijs, dat de stralen, in den meridiaan van een der hoofdsneden gebroken, zich nagenoeg in een punt vereenigen, en dat, bij gevolg, de bestaande gezigtstoornis van asymmetrie afhankelijk is. Wat meer is, men kan 't verschil van den refractie-toestand in den meridiaan van 't maximum en minimum van kromming langs genoemden weg, met behulp van sphaerische glazen, bepalen, zoo als in 't volgend hoofdstuk nader zal worden verklaard.

Leerrijk is het ook, dat, bij 't zien door eene spleet, niet zamenvallende met eene der hoofdsneden, de voorwerpen vertrokken zijn, deels, omdat ligtelijk nog verstrooiingscirkels overblijven, die in de rigting der spleet verlengd zijn, deels omdat niet al de normalen van een meridiaan, die slechts door ééne as gelegd is, in één vlak liggen, en dus ook niet al de gebrokene stralen in 't zelfde vlak blijven.

8. Zeer eigenaardig komen bij hooge graden van astigmatisme de verschijnselen van kleurschifting te voorschijn. HELMHOLTZ 1) merkte op, dat, in 't algemeen, de verschijnselen van kleurschifting veel duidelijker optreden, wanneer men, in

---

diaphragma, of met eene voor vernaauwing en verwijding vatbare spleet voorzien, worden vervaardigd door PAETZ en FLOHR, unter den Linden, te Berlijn. Ik heb ze met den naam van stenopaeische bestempeld (verg. VAN WIJNGAARDEN, *De perspicillis stenopaeis*, Diss. inaug., Utrecht 1856, en *Archiv f. Ophthalm.*, B. I, Abth. 2, S. 251), van στενός, naauw, en όπή, een doorkijkje.

1) *Physiologische Optik.*, l. c. p. 127.



plaats van wit licht, bij 't onderzoek zoodanig licht gebruikt, dat uit slechts twee prismatische kleuren van het grootst mogelijke verschil in breekbaarheid bestaat. Op de eenvoudigste wijze verschaft men zich zoodanig licht, wanneer men zonlicht door donker violet gekleurde glazen laat gaan. Deze glazen slorpen de middelste stralen van 't spectrum vrij volkomen op en laten slechts de uiterste kleuren, rood en violet, door. — Experimenteert men bij 't licht eener lamp of van eene waskaars, zoo is een donker blaauw kobalt-glas, dat alléén het uiterst rood, benevens indigoblaauw en violet in groote hoeveelheid doorlaat, allezins voldoende. Eene meer of min violette tint is echter ook daarbij nog verkieslijk. Een voortreffelijk dik stuk glas van dien aard zag ik bij DOVE; de glazen, die ik tot dus verre kon magtig worden, moeten allen daarvoor onderdoen. Ziet men bij ligte myopie (of accommodatie voor een meer nabij gelegen punt) door een zoodanig kobalt-glas naar de vlam eener kaars, dan zijn hare randen blaauw en het midden roodachtig; bij ligte hypermetropie vertoont zich een schoone roode rand om het licht en is het midden blaauw 1). Beschouwt men door een violet glas eene kleine naar het daglicht gekeerde opening in een donker scherm, dan ziet men, bij accommodatie voor de violette stralen, de opening door een' rooden, bij accommodatie voor de roode de openingen door een' violetten zoom omgeven: in 't laatste geval waren in 't netvlies-beeld de violette nog niet tot vereeniging gekomen, in 't eerste de roode reeds overkruist en dus aan de buitenzijde; eene vierkante opening is op gelijke wijze omzoomd. Ziet daarentegen een astigmaticus eene dergelijke opening zoo scherp mogelijk, en schuift men het violette glas

---

1) Geringe graden van ametropie zijn met dit hulpmiddel terstond te onderscheiden. Bij hooge graden worden de verstrooiings-beelden te groot, om 't kleursverschil nog even duidelijk op te merken.



voor zijn oog, dan komen aan den boven- en onderrand blaauwe, aan de beide verticale randen roode zoomen te voorschijn: hij is myopisch in den verticalen, hypermetropisch in den horizontalen meridiaan. Ziet hij het lichtpunt tot eene lijn vertrokken (zie onder N° 3 van dezen §), dan zijn de uiteinden en het midden der lijn van verschillende kleur, en bij de rigtingsverandering der lichtlijnen door de modificerende lens wisselen ook de kleuren om.

Al de bovenstaande verschijnselen kan men bij zich zelf zien. Men behoeft het oog hiertoe slechts astigmatisch te maken, en dit geschiedt, door eene cilindrische lens er voor te houden. Bij voorkeur plaatse men de as der cilindrische kromming horizontaal, zoo de lens positief, verticaal, zoo zij negatief is: men verkrijgt dan in zijn oog den kortsten brandpuntsafstand in den verticalen meridiaan, even als de astigmatici. Een cilinder-glas van  $\frac{1}{20}$  of van  $-\frac{1}{20}$  (20" brandpuntsafstand, positieven of negatieven) is voldoende. Men kan daarmede, door al of niet sphaerische glazen toe te voegen, elken graad van ametropie verbinden, altijd blijft (afgezien van de oorspronkelijk bestaande asymmetrie) het astigmatisme  $= \frac{1}{20}$ . Om een eenvoudig en veel voorkomend geval bij zich zelf te verkrijgen, make men den horizontalen meridiaan hypermetropisch, bij emmetropie van den verticalen. Wie emmetropisch is, behoeft daartoe slechts eene cilindrische lens van  $-\frac{1}{20}$ , met de as des cilinders loodregt voor 't oog te houden. Nuttig is het evenwel, later ook met in de beide meridianen gemodificeerde ametropie te experimenteren.

't Schijnt overbodig, voor de te nemen proeven nog nadere aanwijzingen te geven. Alle boven beschrevene verschijnselen zal men zonder moeite terugvinden. Slechts een paar opmerkingen: de kleurschifting is mij gebleken, bij dergelijk kunstmatig astigmatisme grooter te zijn dan bij 't natuur-



lijke, en ook 't verschil in grootte der netvlies-beelden in de beide hoofd-meridianen is meer aanzienlijk. De verklaring van 't eerste zou mij te ver leiden. De grond van 't laatste ligt voor de hand: de cilindrische lens bevindt zich, namelijk, op eenigen afstand van het hoornvlies, en hare werking oefent hier meer invloed uit op de ligging der knooppunten, dan wanneer door wijziging van den hoornvlies-straal het achterste brandpunt zich evenveel verplaatst had. Men ziet de voorwerpen daarom meer vertrokken, dan bij een natuurlijk astigmatisme van gelijken graad.

Bij 't bestaan van regelmatig astigmatisme, is het, om een tal van vragen te beantwoorden, een vereischte, dat men in de beide hoofd-meridianen de cardinale punten bepale, alsof zij twee verschillende systemen vormden. Voor een bepaald geval willen wij in 't onderstaande dit beproeven. Wij stellen ons hierbij een zoodanig voor, waarin de grond van 't astigmatisme uitsluitend in de cornea is gelegen, welker krommingsradius in den verticalen meridiaan, zoo als niet zelden voorkomt, 1 mm. kleiner is dan in den horizontalen. Wij nemen daartoe, om ons aan een bepaald geval te houden, N<sup>o</sup>. 6 der tabel, bl. 61 voorkomende, waarbij de radius in 't verticale vlak 7.38, die in 't horizontale 8.38 mm. bedraagt: de doorsnede in 't verticale vlak zij  $v$ , die in 't horizontale zij  $h$ .

Voor het brekend vlak der cornea alléén zijn de cardinale punten gemakkelijk te bepalen: het hoofdpunt  $h$  ligt in den top van 't krommingsvlak, het knooppunt  $k$  in het krommingsmiddelpunt van den top (resp. 7.38 en 8.38 mm. achter den top); terwijl de ligging van het voorste brandpunt  $\varphi'$  en 't achterste brandpunt  $\varphi''$  berekend worden, naar de formule

$$h \varphi' \text{ of } F' = \frac{r}{n-1}$$

$$h \varphi'' \text{ of } F'' = \frac{r n}{n-1},$$

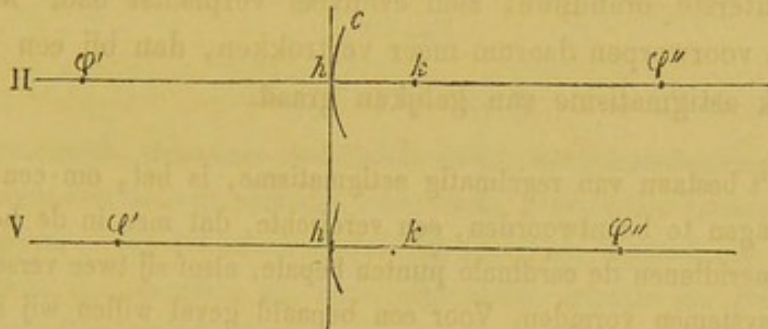
waarbij men,  $n = 1.3365$  aangenomen, vindt

$$\text{voor H} \begin{cases} F' = 24.90 \\ F'' = 33.28 \end{cases}$$

$$\text{voor V} \begin{cases} F' = 21.93 \\ F'' = 29.31. \end{cases}$$

Hiermede zijn de afstanden  $h\varphi'$  en  $h\varphi''$  aangewezen. In fig. 9 (waarin  $c$  de cornea) is nu de gevondene ligging der cardinale punten voorgesteld.

Fig. 9.



Eene eenvoudige berekening, bl. 24 gegeven, leert, dat in dit geval eene oneindig dunne cilindrische lens van  $\frac{1}{6.8}$ , met verticalen stand der as onmiddellijk op de cornea gelegen, in de beide meridianen de cardinale punten kan doen zamenvallen.

Met deze cornea verbinden wij nu eene symmetrische kristallens (die van 't rustende schematische oog van HELMHOLTZ), met brandpuntsafstand = 43.707 mm., onderlingen afstand harer beide hoofdpunten = 0.2283, en afstand dezer hoofdpunten van den top der cornea = 5.7073 en 5.9356. De berekening van 't gecombineerde systeem geeft voor de ligging der cardinale punten, gerekend van den top der cornea, in de beide hoofdmeridianen H en V de volgende uitkomsten:

		H.	V.
Voorste brandpunt	$\varphi'$	- 13.2743	- 12.2967
Eerste hoofdpunt	$h'$	1.9937	1.9443
Tweede hoofdpunt	$h''$	2.4359	2.2297
Eerste knooppunt	$k'$	7.1321	6.7359
Tweede knooppunt	$k''$	7.5743	7.0213
Achterste brandpunt	$\varphi''$	22.8423	21.2623.

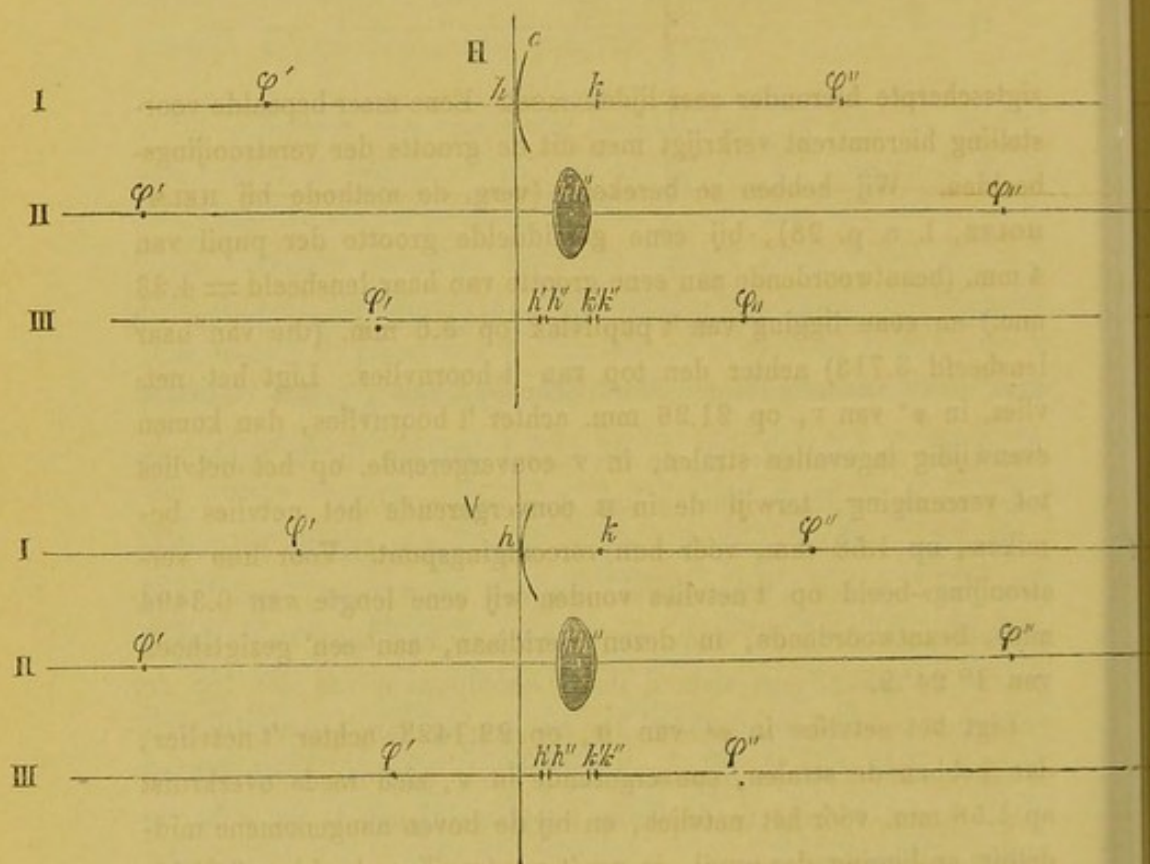


Bij gevolg is	II	V
de achterste brandpuntsafstand $F'' = h''\varphi''$	20.4064	19.0326
„ voorste „ $F' = h'\varphi'$	15.268	14.241

Om de systemen aanschouwelijk voor te stellen, voegen wij hierbij fig. 10, wijzende voor H en V aan:

- I. de cardinale punten der cornea;
- II. die der kristallens;
- III. het vereenigde dioptrische stelsel;

Fig. 10.



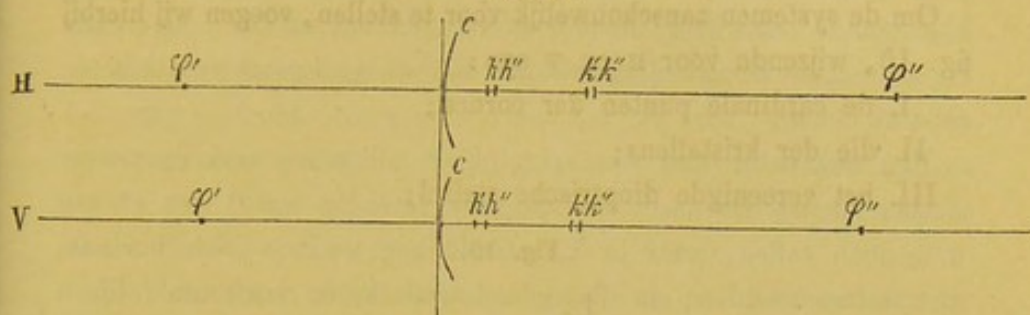
en fig. 11, waarin n<sup>o</sup>. III van H en V in dubbele grootte onder elkander staan en beter vergelijkbaar zijn.

De kennis der cardinale punten stelt ons in staat, het zien der astigmatiei in meer dan een opzigt nader te leeren kennen.

Vooreerst, wat de gezigtsscherpte betreft, in H ligt  $\varphi''$  1.58 mm. achter  $\varphi''$  van V. Zijn dus van een gegeven punt uitgegane stralen

in  $v$  tot vereeniging gekomen, dan zijn ze in  $H$  nog 1.58 mm. van hun vereenigingspunt verwijderd. 't Is duidelijk, dat de ge-

Fig. 11.



zigtsscherpte hieronder zeer lijden moet. Eene meer bepaalde voorstelling hieromtrent verkrijgt men uit de grootte der verstrooiingsbeelden. Wij hebben ze berekend (verg. de methode bij HELMHOLTZ, l. c. p. 98), bij eene gemiddelde grootte der pupil van 4 mm. (beantwoordende aan eene grootte van haar lensbeeld = 4.23 mm.) en eene ligging van 't pupilvlak op 3.6 mm. (die van haar lensbeeld 3.713) achter den top van 't hoornvlies. Ligt het netvlies, in  $\varphi''$  van  $v$ , op 21.26 mm. achter 't hoornvlies, dan komen evenwijdig ingevallen stralen, in  $v$  convergerende, op het netvlies tot vereeniging, terwijl de in  $H$  convergerende het netvlies bereiken, op 1.58 mm. vóór hun vereenigingspunt. Voor hun verstrooiings-beeld op 't netvlies vonden wij eene lengte van 0.3494 mm., beantwoordende, in dezen meridiaan, aan een' gezichtshoek van  $1^\circ 24'.2$ .

Ligt het netvlies in  $\varphi''$  van  $H$ , op 22.1423 achter 't netvlies, dan hebben de stralen, convergerende in  $v$ , zich reeds overkruist op 1.58 mm. vóór het netvlies, en bij de boven aangenomene middellijn en ligging der pupil, is nu 't verstrooiings-beeld = 0.3808, beantwoordende in dezen meridiaan aan een' gezichtshoek van  $1^\circ 25'.7$ .

Eindelijk, wanneer het netvlies op 22.018 mm. achter den top van 't hoornvlies ligt, zijn de lineaire verstrooiings-beelden in  $v$  en  $H$  gelijk, bedragende 0.18222 mm. Bij deze ligging vangt dus het netvlies dat gedeelte der focaal-ruimte op, waar het verstrooiings-beeld nagenoeg een cirkel is. De middellijn daarvan



vertoont zich in den horizontalen meridiaan onder een' hoek van  $41'.8$ , in den verticalen onder een' hoek van  $43'.4$ . Bedenkt men dat, bij volkomen gezigtsscherpte, letters herkend worden onder een hoek van  $5'$ , dan krijgt men eene voorstelling, in hoe hooge mate de genoemde verstrooiings-cirkels aan de gezigtsscherpte moeten afbreuk doen.

Een nog beter punt van vergelijking zullen wij verkrijgen door de berekening der accommodatie, die vereischt wordt, om  $\varphi''$  van H te doen vallen, waar in 't rustende oog  $\varphi''$  in v zich bevindt, met andere woorden, om afwisselend verticale en horizontale lijnen scherp te zien.

Wij denken ons het oog emmetropisch in v (het netvlies liggende op  $21.2623$  mm. achter den top van 't hoornvlies) en bijgevolg hypermetropisch in H, en vinden voor deze hypermetropie dien graad, dat eene lens (staande in de lucht, haar knooppunt met  $k'$  van H zamenvallende) van  $176.8$  mm.  $\equiv 6.53''$  brandpuntsafstand tot neutralisatie wordt vereischt, bijgevolg eene hypermetropie van  $\frac{1}{6.53}$ , door eene accommodatie van  $\frac{1}{6.53}$  voor opheffing vatbaar. Bij eene zoodanige accommodatie heeft die intusschen evenzeer in v plaats, waarbij voor dit vlak  $F' \equiv 12.857$  mm.,  $F'' \equiv 17.183$  mm. worden, en horizontale lijnen op den afstand van  $176.8$  mm.  $\equiv 6.53''$  zich scherp vertoonen. Terwijl dus door accommodatie van  $\frac{1}{6.53}$ , H emmetropisch werd, nam v eene myopie aan van  $\frac{1}{6.53}$ .

Hieruit kan men afleiden, dat bij eene accommodatie van ongeveer  $\frac{1}{13}$  het netvlies aan 't midden der focaal-ruimte zal beantwoorden, waarbij dan 't verstrooiings-beeld een verstrooiings-cirkel is, ongeveer van gelijke grootte als een symmetrisch oog, voor  $\infty$  geaccommodeerd, van een voorwerp,  $13''$  van 't oog gelegen, waarneemt, of, voor den afstand van  $13''$  geaccommodeerd, van oneindig verwijderde voorwerpen ziet. Door verwijderde voorwerpen te beschouwen, terwijl men 't oog door glazen  $\frac{1}{13}$  myopisch of hypermetropisch maakt (en zich in 't laatste geval van inspanning der accommodatie onthoudende), kan men bij zich zelven de uit de genoemde verstrooiings-cirkels voortvloeiende stoornis waarnemen. Zij schijnt, op deze wijze verkregen, wel iets grooter dan bij astig-



matici, 't geen welligt daaraan toe te schrijven is, dat deze door eenig spel der accommodatie de verstrooiings-beelden van vorm kunnen doen veranderen, en de aldus afwisselend duidelijker waargenomene verticale en horizontale lijnen combineren; welligt ook is in de verstrooiings-beelden der astigmatiци het licht minder gelijkmatig verdeeld. Overigens komt het mij voor, dat, in 't algemeen, de verstrooiings-beelden, wegens hunne discontinuïteit (het gevolg van 't onregelmatig astigmatisme der kristallens), minder storen dan bij gelijkaardigheid 't geval zijn zou.

Zoo als boven werd opgemerkt, zijn de netvlies-beelden voor gelijke afmetingen der voorwerpen in horizontale en verticale richting niet van gelijke grootte. Beantwoordt de projectie in alle meridianen aan de grootten der netvlies-beelden ('t geen twijfelachtig is), dan worden gelijke afmetingen der voorwerpen in de tegengestelde meridianen niet even groot gezien. De grootte der netvlies-beelden nu is, bij de verkregen kennis van de ligging der cardinale punten, zeer wel vergelijkbaar. Aangezien de afstand der voorwerpen zeer aanzienlijk is, in betrekking tot de afstanden der knooppunten onderling en van den afstand  $k''\varphi''$ , zoo mag men aannemen, dat de grootten der netvliesbeelden, bij afwisselende accommodatie in de beide hoofd-meridianen, geëevenredigd zijn aan de afstanden  $k''\varphi''$  in H en in V. Voorondersteld, dat het netvlies ligt 22.8432 mm. achter 't hoornvlies, dan zijn de afstanden  $k''\varphi''$  in de beide systemen 14.241 en 15.268, derhalve  $= 1 : 1.0721$ . Daarbij is aangenomen, dat  $k''$  bij de accommodatie aan zijne plaats gebonden blijft, wat wel niet volkomen juist is, maar toch geene afwijking van beteekenis oplevert. Het verschil dus, in de beide hoofd-meridianen, van de grootte der netvlies-beelden, voor gelijke afmetingen der voorwerpen, blijkt, bij naauwkeurige accommodatie, vrij aanzienlijk te zijn. Dat hiermede zich nu nog de verandering der grootten door de verstrooiings-beelden verbinden (het verschil òf vermeerderen òf compenseren) kan, werd boven reeds voldoende uiteengezet.



***Herkenning van abnormaal astigmatisme,  
en bepaling van zijnen graad.***

In de verschijnselen, waarvan hoofdstuk IV een overzicht gaf, ligt de herkenning van astigmatisme, en zelfs de bepaling van zijnen graad, reeds opgesloten. 't Scheen mij evenwel niet overbodig, de daaruit voortvloeiende methoden van onderzoek, ten opzichte van hare waarde en bruikbaarheid, te toetsen en den weg aan te wijzen, die gemakkelijk en zeker tot voldoende kennis leidt.

Het subjectief onderzoek treedt bij de anomalie, waarover wij handelen, op den voorgrond. In de gezigtsscherpte, onder verschillende voorwaarden, vinden wij de gewenschte aanwijzing. Daarom handelen wij over deze in de eerste plaats. Aan 't eind zal nog in 't kort gewezen worden op de objectieve teekenen, die 't bestaan van astigmatisme kunnen doen vermoeden of zelfs met zekerheid herkennen.

*A. Subjectief onderzoek.* De eerste aanwijzing levert ons *het ontbreken der normale gezigtsscherpte*. Bestond die stoornis van de jeugd af aan genoegzaam onveranderd in gelijken graad, zonder in het oog springende afwijkingen, dan heeft men grond, te vermoeden, dat astigmatisme daarvan de oorzaak is. 't Is zelfs eene uitzondering, dit vermoeden door het onderzoek gelogenstraft te vinden. Des verkiezende, kan men nu nog een paar vragen stellen over de duidelijkheid van horizontale en van verticale lijnen, bij meerdere en mindere helling van 't hoofd. Men verlieze hiermede echter niet veel tijd, maar ga over tot het stelselmatig onderzoek.

1. Bij elke vermindering der gezigtsscherpte vangt men aan, met den graad daarvan te bepalen. Dit geschiede regelmatig bij accommodatie of reductie (door sphaerische glazen)



voor vrij grooten afstand, afhankelijk van de gelegenheid, geboden door de kamer, waarin het onderzoek geschiedt. Op dien afstand hangt eene tabel met letters (fig. 7), van CC, C, XC, LXXX enz. tot het nummer, beantwoordende aan het aantal voeten van dien afstand: bedraagt hij 12 voeten, dan eindigt de tabel met XII. Het scherp ziende emmetro-pisch oog herkent nu letters van XII met zekerheid. 't Sterkste positieve of 't zwakste negatieve glas, waarmede de grootste gezigtsscherpte wordt verkregen, wijst den graad aan der ametropie, respect. van hypermetropie en myopie. Opmerking verdient het, dat bij hooge graden van myopie, om meer dan eene reden, doorgaans geene volkomene gezigtsscherpte gevonden wordt. Eene zekere mate van onvolkomenheid geeft bij myopie dus minder grond, abnormaal astigmatisme te vermoeden. 't Wordt evenwel beproefd.

2. Er zij aldus onvolkomene gezigtsscherpte gevonden. *Het eerst bepale men nu, in welke rigting de hoofd-meridianen, dat is maximum en minimum van kromming, gelegen zijn.* Daartoe dient een verwijderd lichtpunt. In mijne consultatie-kamer is een der vensterruiten van mat glas. Midden voor dit glas bevindt zich een zwart plankje, hebbende 35 centimeters in 't vierkant; in 't midden van dit plankje is een doorboord metalen plaatje, voor hetwelk een diaphragma schuift, met openingen van  $\frac{1}{2}$  tot 10 mm. middellijn. Naar eene opening van 2 tot 4 millimeter middellijn late men zien op den afstand van 10 tot 15 voeten, terwijl men door glazen eene ligte myopie met hypermetropie doet afwisselen (verg. bl. 32). Zelfs in 't normale oog wordt daarbij doorgaans eene uitrekking van 't verstrooijings-beeld in twee tegengestelde rigtingen waargenomen, die maximum en minimum van kromming aanwijzen. Bij abnormaal astigmatisme springt dit echter bijzonder sterk in 't oog.

3. Men kent aldus de rigting der hoofdmeridianen. Men



onderzoeken nu : of *de stralen, tot deze behorende, scherper beelden geven dan die van 't geheele brekend vlak*. Daartoe houde men, achtereenvolgens in elk der hoofdmeridianen, de spleet van een stenopaeisch apparaat, ter breedte van 1 tot 2 mm. gesteld, en onderzoek, of de gezigtsscherpte hierbij is toegenomen. Zoo niet, dan beproeve men met toevoeging van gewone positieve en negatieve glazen, tot welker aanwending men bij het onderzoek, sub 1° vermeld, reeds de aanleiding zal gevonden hebben. Is ook met behulp van deze geene grootere gezigtsscherpte te verkrijgen, dan zonder gebruik der spleet bestond, dan staat het genoegzaam vast, dat astigmatisme niet als oorzaak der stoornis is aan te nemen. Alléén wanneer deze gering is, de gezigtsscherpte bijv. nog  $\frac{2}{3}$  bedraagt, kan, eensdeels omdat het zien door eene spleet op zich zelf eenige stoornis geeft, anderdeels omdat het astigmatisme bij deze proef toch ook niet geheel wordt opgeheven, de uitkomst onzeker zijn.

4. Men vinde verbetering der gezigtsscherpte: daarmede is 't bestaan van abnormaal astigmatisme bewezen. Nu is de vraag: *welke de brekingstoestand zij in elk der hoofdmeridianen*. Dit blijkt uit de sterkte van het positieve of negatieve glas, waarmede in elk dier meridianen de grootste gezigtsscherpte wordt verkregen. Doorgaans vindt men voor beide een' zekeren graad van ametropie. 't Is nu van gewigt, dien graad naauwkeurig te bepalen. Met die bepaling is ons doel bereikt. De graad van astigmatisme ligt er in opgesloten. Die bepaling nu heeft geen bezwaar, wanneer in beide hoofdmeridianen een zekere graad van myopie bestaat: het zwakste negatieve glas, waarmede de grootste gezigtsscherpte verkregen wordt, is daarvan dan een voldoende maatstaf. Vindt men echter in een of in beide meridianen hypermetropie, dan is het, althans bij jeugdige personen, waarschijnlijk, dat de graad niet juist wordt aangegeven. Onwillekeurige, schier



krampachtige inspanning der accommodatie verbergt, namelijk, voor een deel de bestaande hypermetropie, en doet een te zwak positief glas voor totale correctie aanwijzen. Ware de inspanning bij 't opvolgende onderzoek in de beide hoofdmeridianen gelijk, zoo zou althans het verschil van breking, en daarmee de graad van astigmatisme, bekend zijn geworden. Maar die gelijkheid van inspanning is niet te wachten. Bovendien is het niet voldoende, den graad van astigmatisme, het is ook noodig in de beide hoofdmeridianen dien der hypermetropie te kennen. Deze kennis nu wordt eerst zeker en naauwkeurig verkregen, wanneer men de proeven herhaalt bij kunstmatige paralyse der accommodatie door een mydriaticum: de hypermetropie kan dan niet óf geheel óf ten deele latent blijven; zij vertoont zich noodzakelijk geheel en al als manifeste hypermetropie.

5. In betrekking tot astigmatisme verlangen wij te kennen:

- a. zijn bestaan;
- b. de rigting der hoofd-meridianen, die van maximum en minimum van breking;
- c. den refractie-toestand van 't oog in elk dier meridianen;
- d. den graad van 't astigmatisme.

Omtrent a. en b. verkregen wij kennis sub 3<sup>o</sup>., omtrent c. sub 4<sup>o</sup>. Hier moet nu verder worden aangetoond, hoe d. daaruit is af te leiden. De zaak is eenvoudig: *de graad van astigmatisme wordt gevonden uit 't verschil van breking in de beide hoofdmeridianen.* Dit zal met enkele voorbeelden worden toegelicht, in verband met de drie vormen van astigmatisme, die wij, uit het oogpunt der refractie, meenen te moeten vaststellen:

I. *Myopisch astigmatisme*, te onderscheiden in:

- a. *Eenvoudig* Am, met M in den eenen, E in den anderen meridiaan.

Zoo zij:



in den hoofdmeridiaan H, emmetropie

„ „ „ v,  $M = \frac{1}{6}$ ,

dan bestaat er eenvoudig myopisch astigmatisme

$$\Delta m = \frac{1}{6} - \frac{1}{\infty} = \frac{1}{6}.$$

b. *Zamengesteld* myopisch astigmatisme, of myopie met astigmatisme,  $M + \Delta m$ , waarbij M in beide hoofdmeridianen.

Zoo zij:

in den hoofdmeridiaan H,  $M = \frac{1}{10}$

„ „ „ v,  $M = \frac{1}{10}$

dan bestaat er  $M = \frac{1}{10}$

en daarenboven  $\Delta m = \frac{1}{10} - \frac{1}{10} = \frac{1}{10}$ , te schrijven als:

$$M = \frac{1}{20} + \Delta m \frac{1}{20}.$$

II. *Hypermetropisch astigmatisme*, eveneens te onderscheiden als:

a. *Eenvoudig* Ah, met H in den eenen, E in den anderen hoofdmeridiaan.

In v zij E.

In H zij  $H = \frac{1}{8}$ ,

dan bestaat er eenvoudig hypermetropisch astigmatisme

$$\Delta h = \frac{1}{8} - \frac{1}{\infty} = \frac{1}{8}.$$

b. *Zamengesteld*, zijnde H met astigmatisme,  $H + \Delta h$ , waarbij H in de beide hoofdmeridianen.

In H zij  $H = \frac{1}{6}$ .

In v zij  $H = \frac{1}{18}$ .

Zoo vinden wij  $H = \frac{1}{18}$ ,

en daarenboven  $\Delta h = \frac{1}{6} - \frac{1}{18} = \frac{1}{9}$

en schrijven dus

$$H = \frac{1}{18} + \Delta h \frac{1}{9}.$$

III. *Gemengd astigmatisme*, met M in den een, H in den anderen meridiaan.

Men kan hiervan onderscheiden:

a. *Gemengd astigmatisme met overwegende myopie*, Amh.

In v zij  $M = \frac{1}{12}$ .

In H zij  $H = \frac{1}{24}$ .

Zoo vinden wij

$$\text{Amh} = M \frac{1}{12} + H \frac{1}{24} = \frac{1}{8}.$$

b. *Gemengd astigmatisme, met overwegende hypermetropie*, Ahm.

In v zij  $M = \frac{1}{24}$ .

In H zij  $H = \frac{1}{12}$ .

Zoo is:

$$\text{Ahm} = \frac{1}{24} M + \frac{1}{12} H = \frac{1}{8}.$$

Het bovenstaande is in 't algemeen voldoende tot herkenning en bepaling van den graad van astigmatisme. De methode beveelt zich aan door eenvoudigheid en door gemakkelijheid bij de toepassing. Zij verdient in den regel de voorkeur boven al die hieronder volgen. Slechts worde de sub 8° aangegeven contrôle niet achterwege gelaten. Deze is eigenlijk niets meer dan 't beproeven, of de glazen, door het onderzoek sub 4°. aan de hand gedaan, werkelijk doeltreffend zijn. Geschiedt de contrôle naauwkeurig, dan kan, ook zelfs bij 't bestaan van hypermetropie, het onderzoek in den toestand van kunstmatige paralyse meestal achterwege blijven.

De verder te beschrijven methoden komen in enkele gevallen in aanmerking. Zij mogen wel niet stilzwijgend worden voorbijgaan, 't allermint de methode van STOKES, die reeds om hare scherpzinnigheid verdient gekend te worden en ook enkele malen goede diensten bewijst. Deze geeft, als contrôle gebezigd, soms de scherpste aanwijzing.



6. *Gewijzigde methode van YOUNG.* YOUNG bepaalde den afstand, waarop de dubbelbeelden van de streep zijns optometers, bij accommodatie voor 't verste punt, afwisselend verticaal en horizontaal gehouden, zich schenen te overkruisen. De methode kan bij myopen worden toegepast. Evenwel zullen te voren, naar de sub 2°. vermelde wijze, de rigtingen der hoofd-meridianen moeten gevonden zijn, om daardoor de hellingen van den optometer, waarbij de waarneming geschieden moet, te laten bepalen. Ook bij niet-myopen kan men van den optometer gebruik maken, en wel voor de bepaling van 't *digste* punt van duidelijk zien in de beide hoofd-meridianen. Hierbij late men niet, zoo als met YOUNG's optometer, door eene dubbele spleet, maar integendeel geheel vrij zien, en gebruike als voorwerp een' ring met door gespannen draden, waaraan, door draaijing van den ring in een' tweeden (buitensten) ring, achtereenvolgens de helling der beide hoofd-meridianen gegeven wordt.

De methode is niet zeer naauwkeurig, maar zij is in zoverre belangrijk, dat zij het genoegzaam onveranderd voortbestaan van 't astigmatisme bij accommodatie voor de nabijheid aantoont.

7. *Methode van AIRY.* Deze vindt alléén toepassing bij aanwezigheid van een' vrij hoogen graad van myopie in de beide hoofdmeridianen, die bij AIRY dan ook bestond. Als lichtpunt gebruike men eene kleine opening in een ondoorschijnend plaatje, naar het licht van den hemel, naar een mat glas of naar den ballon eener lamp gekeerd, en bewege dit langs eene verdeelde schaal, bijv. van den optometer. Men vindt dan een' grootsten afstand, waarop het lichtpunt zich als 't smalste lijntje vertoont, en een' kleinsten afstand, waarop het weder een dun lijntje wordt, loodregt op 't eerste gerigt. De afstanden geven dan ongeveer de graden van myopie aan in de hoofd-meridianen.



Wil men deze methode op niet-myopen toepassen, dan moet men door een geschikt convex glas het oog myopisch maken. Hierbij bestaat dan evenwel de zwarigheid, dat, wanneer de as der lens niet voldoende met de gezigtsas samenvalt, het astigmatisme eene wijziging ondergaat.

Daarenboven moet in beide gevallen de accommodatie in rust blijven. Daaraan zal bijna nimmer voldaan worden, en bij de meesten voert dus deze methode tot min juiste uitkomsten.

8. *Gewijzigde methode van AIRY.* Om aan 't laatste bezwaar te gemoet te komen, kan men door een mydriaticum de accommodatie paralyseren. Bij sterke myopie geeft dan verder de methode van AIRY vrij goede resultaten. Maar bestaat geene of geringe myopie, dan verdient een verwijderd lichtpunt de voorkeur. Men ontgaat daarmee het bezwaar, aan 't gebruik van sterke lenzen verbonden. Om een scherper resultaat te verkrijgen, maakte ik gebruik van een zeer klein lichtpunt, ontstaan door reflexie eener verlichte kleine ronde opening op een' bollen spiegel. In sommige gevallen werd dan voldoende aangegeven, met welke sphaerische glazen het lichtpunt als smalste streepje zich vertoonde, opvolgend in twee tegengestelde rigtingen. In de meeste daarentegen liet de beslissing te wenschen over. De oorzaak hiervan ligt in het onregelmatig astigmatisme, dat scherpe lijnen als verstrooiingsbeelden uitsluit. Gewoonlijk schoten al spoedig, zelfs vóór de hoofdlijn smal geworden was, in verschillende rigtingen neven-lijnen uit, die eene naauwkeurige bepaling van 't vereischte glas verhinderden. Alléén bij afwezigheid der kristallens, waarmee 't onregelmatig astigmatisme was opgeheven, bereikten de resultaten eene volkomene scherpte.

In plaats van een zeer klein gereflecteerd lichtpunt, kan men eene opening van 1 tot 2 mm. middellijn bezigen, zoo als met het bl. 45 beschreven plankje te verkrijgen is. De gevallen van aphakie uitgezonderd, doen de hiermede ver-



kregene uitkomsten niet onder voor die, waarbij 't gereflecteerde lichtpunt wordt gebruikt.

9. *Onderzoek met cilindrische lenzen.* Terwijl op afstand letters zonder of met het best gekeurde sphaerische glas zoo duidelijk mogelijk gezien worden, neemt men een positief cilindrisch glas van ongeveer  $\frac{1}{30}$ , en draaije dit rond voor het oog. Bestaat er astigmatisme, zoo wordt opgemerkt, dat, bij een' bepaalden stand van 't glas (terwijl de kromming van 't cilindrisch glas met den meridiaan van sterkste kromming zamenvalt), de gezigtsscherpte sterk afneemt, bij een' daarop loodregten stand daarentegen toeneemt. Dikwijls wordt nu de gezigtsscherpte door het naderen van 't voorwerp nog grooter: het cilindrisch glas kan, bij 't corrigeren van astigmatisme, het oog myopisch hebben gemaakt. Men kan nu verder beproeven, bij welke sterkte van cilindrisch glas, altijd in den voordeeligsten stand gehouden, de grootste gezigtsscherpte wordt verkregen, 't welk ook steeds bij verschil van afstand der letters of bij combinatie met sphaerische glazen moet worden getoetst. Zoo verkrijgt men dan, ten slotte, met opoffering van veel tijd, een vrij voldoende resultaat.

De methode, hoezeer op zich zelve dus verwerpelijk, is zeer geschikt voor contrôle der resultaten, door de sub 4° beschrevene verkregen. Deze leert, bij welke combinatie van sphaerische en cilindrische glazen de grootste gezigtsscherpte te wachten is, en het beproeven daarvan, zoowel als 't vergelijken bij kleine modificatie der lenzen, mag nimmer worden verzuimd. Altijd zal men zich daarbij in eene meer volkomene verbetering der gezigtsscherpte mogen verheugen, dan bij 't gebruik der spleet verkregen werd, die, is ze te smal, veel licht wegneemt en door diffractie hinderlijk is, en is ze te breed, het astigmatisme zeer onvolkomen corrigeert.

Een zwak cilindrisch glas, naar de hier beschrevene methode aangewend, geeft ook een zeer gevoelig middel aan



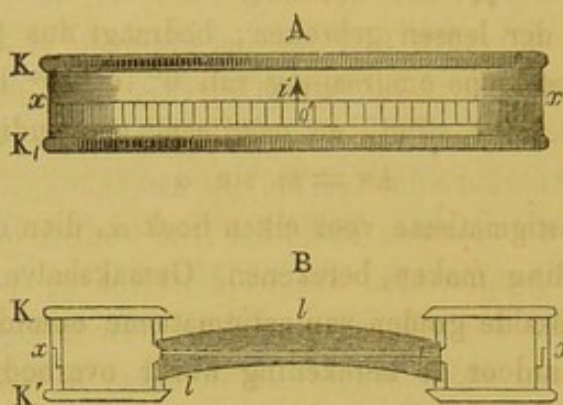
de hand, om, bij volkomene gezigtsscherpte, de aanwezigheid van normaal astigmatisme te bewijzen. Reeds vroeger (bl. 15) wezen wij daarop: men draaije eene zeer zwakke cilindrische lens, bijv. van  $\frac{1}{80}$ , voor het oog rond, en ik twijfel zeer, of men iemand vinden zal, die niet getroffen is over 't verschil van duidelijkheid van 't zien in twee tegengestelde standen. De gevoeligheid van dit middel behoeft wel naauwelijks verklaring. Gesteld, dat iemand  $\frac{1}{80}$  astigmatisme heeft, zoo zal dit bij een' bepaalden stand der lens worden gecorrigeerd en bij een' tegengestelden vermeerderd tot  $\frac{1}{80} + \frac{1}{80} = \frac{1}{40}$ , een' graad, die reeds zeer storend is. In 't algemeen: in den nadeeligsten stand krijgt men de som, in den voordeeligsten slechts het verschil der astigmatische werkingen van de cilindrische lens en van het oog.

10. *Methode van STOKES.* De beroemde ontdekker van de veranderlijke breekbaarheid van 't licht had zeer wel ingezien, dat de methode van AIRY dan alleen tot voldoende uitkomsten kon leiden, wanneer, bij de opvolgende bepaling der verste punten van duidelijk zien in de twee hoofd-meridianen, de accommodatie-toestand van het oog geene verandering onderging. Bij zijne methode wordt dit bezwaar uit den weg geruimd. Den graad van astigmatisme wil hij bepaald zien door eene astigmatische lens, welker werking op eene even eenvoudige als vernuftige wijze kan geregeld worden, om ze juist dien graad te doen aannemen, waarbij het astigmatisme van het oog is gecorrigeerd. Ik heb zoodanige lenzen laten vervaardigen, en geef de beschrijving van het werktuig bij de inrigting, die mij het doelmatigst voorkwam: het beginsel is volkomen dat der *astigmatische lens* van STOKES, welke naam dan ook aan 't werktuig moge worden toegekend. Het bestaat (Fig 12, B, op doorsnede gezien) uit twee cilindrische lenzen, de eene plan-convex  $l$  van  $\frac{1}{10}$ , de andere plan-concaaf  $l'$  van  $-\frac{1}{10}$ . De eerste is bevestigd in den korten koperen cilinder



K, de laatste in  $K_1$ , welke cilinders bij  $x$  op elkander passen en om hunne as voorbij elkander draaijen kunnen. Daarbij

Fig. 12.



draaijen dus ook de lensen  $ll'$ , die met hare platte vlakken naar elkander zijn gekeerd en slechts eene zeer smalle tuschenruimte overlaten, voorbij elkander. Fig. 12, A stelt het werktuig voor, tegen de buitenvlakte gezien. Men bemerkt, dat op K een index  $i$  voorkomt, op  $K_1$  eene verdeeling in graden. Wijst de index op  $0^\circ$  of op  $180^\circ$ , dan zijn de assen der beide cilindrische lensen evenwijdig: de doorsnede der lensen vertoont zich dan als in B, zoodat zij, vereenigd, als eene concaaf-convexe cilindrische lens, met gelijken krommingsstraal der beide vlakken, kunnen beschouwd worden, welker werking nagenoeg  $= 0$  is. Wijst de index op  $90^\circ$  of op  $270^\circ$ , dan staan de assen der cilindrische glazen loodregt op elkander. Hierbij heeft het stelsel zijn maximum  $m$  van astigmatische werking: een vlak van evenwijdige lichtstralen, zamenvallende met de as van  $l$ , zullen door  $l$  geene afwijking ondergaan, maar door  $l'$  convergent worden gemaakt naar haar brandpunt, op  $10''$  gelegen; daarentegen een vlak evenwijdige stralen, zamenvallende met de as van  $l'$ , worden door  $l$  divergent gemaakt, alsof ze van een punt,



10\* vóór de lens gelegen, waren uitgegaan, en wijken door  $l$ , niet verder van dien weg af. In den eenen meridiaan verkrijgen wij dus een astigmatisme van  $\frac{1}{10}$ , in den tegengestelden van  $-\frac{1}{10}$ , en het astigmatisme  $m$  van stralen, bij dezen stand der lenzen gebroken, bedraagt dus  $\frac{1}{5}$ . 't Blijkt alzoo, dat door eene omdraaijing van  $0^\circ$  tot  $90^\circ$  het astigmatisme van 0 tot  $\frac{1}{5}$  stijgt, en naar eene eenvoudige formule

$$As = m. \sin. \alpha$$

kan men 't astigmatisme voor elken hoek  $\alpha$ , dien de assen der lenzen onderling maken, berekenen. Gemakshalve zijn op het werktuig bepaalde graden van astigmatisme onmiddellijk aangegeven, waardoor de berekening wordt overbodig gemaakt.

Het gebruik, van dit werktuig te maken, is gemakkelijk in te zien. Mist iemand, bij de meest voldoende accommodatie of reductie voor afstand, de normale gezigtsscherpte, en vermoedt men 't bestaan van astigmatisme, dan stelt men 't werktuig ongeveer op den graad van astigmatisme, dien de gezigtstoornis doet vermoeden (liever wat te zwak dan te sterk), en laat dit, terwijl het oog op de verwijderde letters gevestigd blijft, vóór het oog ronddraaijen. Wordt nu in een' bepaalden stand verbetering bemerkt, dan kan men de werking der astigmatische lens op de boven beschrevene wijze vermeerderen of verminderen tot het maximum van duidelijkheid verkregen is.

Men stelle zich echter niet voor, hiermede zijn doel geheel bereikt te hebben. Zelden toch is het oog nu voor den afstand, waarop de letters zich bevinden, behoorlijk ingerigt. De astigmatische lens doet het oog in den meridiaan van krommingsmaximum evenveel tot hypermetropie, als in den meridiaan van krommingsminimum tot myopie overhellen, en er zal dus dan alleen emmetropie (duidelijk zien op afstand) verkregen zijn, wanneer het oog, zonder de astigmatische lens, een glas verkozen had, waarbij het in zijne beide hoofd-meri-



dianen tot een' gelijken graad van ametropie (resp. myopie en hypermetropie) was gereduceerd. Enkele malen is daaraan geheel voldaan, en het doel is dan onmiddellijk bereikt. Maar de ervaring leert, dat dit de uitzondering is. In den regel blijft bij de correctie van 't astigmatisme een geringe graad van ametropie voortbestaan, en deze is weêr oorzaak, dat het oordeel, of het astigmatisme zoo volkomen mogelijk werd gecorrigeerd, onzeker uitviel. Blijft er wat myopie over, dan kan hiervan nog al spoedig blijken, door tot het voorwerp te naderen; en wordt daarbij nu scherper gezien, zoo kan de werking der astigmatische lens nog nader gesteld en geregeld worden: intusschen, wanneer op die wijze na lang zoeken een scherp resultaat wordt verkregen, is nog eene vrij uitvoerige berekening noodig, om uit het gebruikte sphaerische glas, uit de astigmatische werking der lens en uit den grootsten afstand, waarop met dit stelsel scherp gezien wordt, de ametropie in de beide hoofd-meridianen — eene kennis, die wij behoeven — af te leiden. Maar blijft er hypermetropie over, dan is er, tenzij de accommodatie daarin voorzie, geen afstand te vinden, waarop scherp genoeg gezien wordt, om de astigmatische werking der lens volkomen te regelen, zoodat dan de toevoeging eener tweede sphaerische lens (eener positieve) gevorderd wordt, om op afstand de gezigtsscherpte tot haar maximum te brengen.

't Blijkt uit al het bovenstaande, dat de methode voor de praktijk zich niet zeer aanbeveelt. 't Best voldoet ze nog, wanneer men het oog door sphaerische glazen tot een' zekeren graad van myopie reduceert, en nu in de nabijheid laat beproeven, bij welke werking der astigmatische lens het best gelezen wordt. Intusschen is het hierbij moeilijker, te zorgen, dat de lenzen voldoende gecentreerd voor het oog gehouden worden, valt voorts het oordeel over de gezigtsscherpte minder zeker uit, en — altijd zou men nog alléén den graad



van astigmatisme, geenszins de refractie in elk der hoofdmeridianen, hebben leeren kennen.

Op grond van dit alles verdient de sub 4<sup>o</sup> beschrevene methode de voorkeur en komt de astigmatische lens van STOKES slechts hoofdzakelijk voor de contrôle in aanmerking. Heeft men, namelijk, uit de verkregene resultaten afgeleid, door welk sphaerisch glas de breking in de beide hoofdmeridianen tot gelijke graden van ametropie (resp. myopie en hypermetropie) is teruggebragt, dan kan men, met behulp der astigmatische lens, zeer scherp den graad van 't astigmatisme bepalen, en hierbij biedt zij dan 't voordeel aan, van op eenvoudige wijze in hare werking naauwkeurig te kunnen worden geregeld. Die naauwkeurigheid zal zelfs kleine onjuistheden in het door bovengezegde methode verkregen resultaat kunnen doen ontdekken en verbeteren.

't Is hier de plaats, om te herinneren, dat boven (bl. 28) reeds van de astigmatische lens van STOKES werd gebruik gemaakt bij de samenstelling van een werktuig, bestemd, om de verschijnselen van 't astigmatisme in zeer onderscheiden graden op een scherm aanschouwelijk te maken. Het dáár gezegde zal in de hier gegevene verklaring zijne opheldering gevonden hebben.

B. Wij hebben thans in 't kort te handelen over de *objectieve teekenen* van 't astigmatisme.

Zij moeten in zooverre voor de subjectieve onderdoen, dat zij doorgaans niet met gelijke zekerheid 't bestaan, en nooit naauwkeurig den graad der asymmetrie leeren kennen. Maar zij ontleenen eene hooge waarde aan het verband, waarin zij staan, tot de oorzaak der aandoening. Dit geldt bepaaldelijk van die verschijnselen, die betrekking hebben tot den vorm van den oogbol. Eene tweede reeks van objectieve teekenen levert het onderzoek met den oogspiegel.

1. 't Meest komt astigmatisme bij hypermetropen voor.



Bestaat bij deze verminderde gezigtsscherpte, dan is in den regel asymmetrie in het spel. Daarom zijn de objectieve teekenen van hypermetropie reeds niet zonder waarde. Als zoodanig noemen wij een vlak aangezigt, met weinig relief, geringe kromming van de voorvlakte der sclerotica, snelle ombuiging aan den aequator (zichtbaar en voelbaar aan de buitenzijde van den zooveel mogelijk naar binnen gekeerden oogbol), die ons tot kortheid der gezigtsas doet besluiten, ondiepe oogkamer, betrekkelijk kleine pupil en schijnbaar strabismus divergens. Meer afdoende teekenen levert nu dikwijls de cornea. Soms herkent men onmiddellijk hare asymmetrie: ze is in de verticale afmeting óf korter dan gewoonlijk, óf reikt verder naar achteren (als gevolg van sterkere kromming), zoodat de doorsnede tusschen cornea en sclerotica niet in een vlak ligt. In andere gevallen trekt het verschil in grootte van spiegelbeelden in verticale en in horizontale rigting onze aandacht. Een vierkant, bijv. het plankje, boven (bl. 45) vermeld, wordt met grootere dwarse afmeting gespiegeld. De asymmetrie der cornea is hiermede dan bewezen, en doorgaans beantwoordt daaraan die van 't geheele stelsel. Zelfs in den vorm der sclerotica vindt men dit verschil terug: dikwijls zal men zich in vivo reeds kunnen overtuigen, althans bij hypermetropen, dat de verticale as van den oogbol aanzienlijk kleiner is dan de horizontale.

2. Het onderzoek met den oogspiegel geeft insgelijks bij hypermetropen de zekerste aanwijzing voor 't bestaan van astigmatisme. In een normaal oog ziet men (tenzij men zelf astigmaticus zijn mogt) de vaten, in verschillende rigtingen van het vlak der gezigtszenuw uitgaande, bij gelijke inspanning even duidelijk. In een astigmatisch oog is dit niet meer het geval. Men bemerkt, dat, om vaten in verschillende rigting nabij het vlak der gezigtszenuw verloopende, achtereenvolgens scherp te zien, men den accommodatie-toestand



van zijn oog moet veranderen. De regel is, dat de emmetrop, bij ontspanning zijner accommodatie, horizontaal verloopende vaten scherp waarneemt, daarentegen, om verticaal verloopende duidelijk te zien, zijn' accommodatie-vermogen moet inspannen. De verklaring van dit verschil ligt voor de hand. De verticaal verloopende ziet men eerst scherp, wanneer de in een horizontaal vlak daaruit divergerende stralen in het oog van den waarnemer worden tot vereeniging gebracht, en is het waargenomene oog hypermetropisch in den horizontalen meridiaan, dan behouden de tot dit vlak behorende stralen buiten het oog eene divergerende rigting, zoodat van de zijde des waarnemers inspanning der accommodatie vereischt wordt, om ze tot vereeniging te brengen. Daarentegen zullen de van horizontale vaten uitgaande stralen in den verticalen meridiaan, bij emmetropie in dit vlak, buiten het waargenomen oog evenwijdig worden, en deze vaten, zonder inspanning der accommodatie, zich dus duidelijk voordoen. — In 't omgekeerde beeld van den fundus oculi keert ook het verschil zich om, maar is tevens, om meer dan eene reden, minder te bemerken: daargelaten toch het geringer verschil van vereischte accommodatie, komt het hierbij te veel aan op de rigting van de as der voor het oog gehoudene lens, die het verschil corrigeren kan.

Op een tweede verschijnsel in den fundus oculi bij astigmatiци heeft Dr. KNAPP, op de in 1861 te Heidelberg gehoudene zamenkomst, reeds opmerkzaam gemaakt. Ik beoel den veranderden vorm van het vlak der gezichtsenuw. In de rigting van den meridiaan van sterkste kromming wordt, bij onderzoek in 't regtstandig beeld, de afmeting meer, in die van den meridiaan van zwakste kromming minder vergroot gezien; het tegendeel heeft plaats bij onderzoek in 't omgekeerde beeld. De hieruit voortvloeiende wijziging van vorm zou eene zeer bruikbare aanwijzing leveren, zoo



de afmetingen van 't vlak der gezichtsenuw in verschillende rigtingen niet vaak werkelijk ongelijk waren en dus ook in 't niet astigmatische oog ongelijk werden gezien. Verwerpelij is echter de aanwijzing geenszins.

## VI.

### ***Oorzaak en zitplaats van 't abnormale astigmatisme.***

't Abnormale astigmatisme is te beschouwen als een hoogere graad derzelfde asymmetrie, die aan normale oogen eigen is: gelijkheid van zitplaats en gelijkheid van rigting der hoofdmeridianen, in de beide gevallen, leveren hiervan 't bewijs.

Wat het normale betreft, — hoezeer de invloed der kristallens niet is uitgesloten, bij uitzondering zelfs overwegend worden kan, — in den regel is de *oorzaak* voor 't grootste deel te zoeken in het hoornvlies; en de rigting der hoofdmeridianen, voor 't geheele dioptrische stelsel zoowel als voor 't hoornvlies in 't bijzonder, is van dien aard, dat de meridiaan van krommingsmaximum tot den verticalen, die van minimum tot den horizontalen pleegt te naderen.

Voor de abnormale graden der asymmetrie gelden dezelfde regels. Wat meer is: hier lijden zij nauwelijks uitzondering. Is het bij 't normale astigmatisme geene zeldzaamheid te noemen, dat de meridiaan van 't krommingsmaximum een' kleineren hoek maakt met het horizontale dan met het verticale vlak, bij abnormale graden heb ik daarvan geen voorbeeld gevonden. En, wat de zitplaats aangaat, — zien wij af van een paar gevallen van kennelijke ectopie der lens, waarop wij later terug komen, — zoo ging elke storende graad van astigmatisme met eene buitengewone asymmetrie der cornea gepaard en was daarvan afhankelijk. Juist de hooge graad dezer asymmetrie verklaart, dat zij, tegenover



den invloed der kristallens, zonder uitzondering het overwigt behoudt.

Onderstaande tabel bevat de uitkomsten der waarneming.

N <sup>o</sup> .	Naam.	Geslacht.	Oog.	I.	II.	III.	IV.	V.
				$\varphi^{\circ}$ hor. mm.	$\varphi^{\circ}$ vert. mm.	F" horiz. in Par. duimen.	F" vertic. in Par. duimen.	As = 1 :
1	Vl.	v.	D.	8.00	7.29	1.1737	1.0695	10.78
2	"	"	S.	7.80	7.48	1.1444	1.0975	20.04
3	Vo.	m.	D.	8.29	7.56	1.2163	1.109	9.43
4	"	"	S.	8.14	7.67	1.1943	1.125	14.51
5	Rr.	m.	D.	8.32	7.30	1.221	1.071	6.374
6	"	"	S.	8.38	7.38	1.2295	1.083	6.800
7	Rr. Jr.	m.	S.	8.44	7.69	1.2383	1.1283	9.504
8	Fr.	m.	D.	8.72	7.13	1.2794	1.0461	4.293
9	"	"	S.	8.40	7.25	1.2325	1.0637	5.811
10	Pg.	m.	D.	7.93	7.50	1.1635	1.1004	15.18
11	Rm.	m.	S.	8.74	8.04	1.2814	1.1797	11.02
12	Im.	m.	D.	7.96	7.34	1.1679	1.0770	10.35
13	"	"	S.	8.28	7.33	1.2149	1.0755	7.013
14	Vg.	m.	S.	8.29	7.69	1.2163	1.1283	11.67
15	Dr.	m.	D.	7.69	7.25	1.1283	1.0637	13.90
16	"	"	S.	7.84	7.26	1.1503	1.0652	10.77
17	And.	m.	D.	8.19	7.50	1.2017	1.1004	9.767
18	"	"	S.	8.16	7.43	1.1973	1.0902	9.118
19	Ren.	m.	D.	8.11	7.23	1.1899	1.0607	7.310
20	Sch.	m.	D.	8.91	7.82	1.3073	1.1474	7.019
21	"	" "	S.	8.81	7.96	1.2927	1.1679	9.051

Zij is opgemaakt uit gelijke gegevens en berekend op dezelfde wijze als de tabel, voorkomende op bl. 23, en betrekking hebbende tot het normale astigmatisme. Men vindt hier 21 gevallen vereenigd, waarin verminderde gezichts-scherpte bestond, als gevolg van abnormaal astigmatisme.

In de meesten dezer gevallen werden de metingen gedaan,



die tot berekening van de elementen der ellips, zoowel in de verticale als in de horizontale doorsnede, vereischt worden. Wij laten ze hier, als minder ter zake afdoende, achterwege. Alléén teekenen wij aan, dat de excentriciteit der elliptische doorsnede in den verticalen meridiaan doorgaans bijzonder klein uitviel. Vermelding verdient het ook, dat, bepaaldelijk wanneer hypermetropie in 't spel was, de gezichtslijn meestal een' grooten hoek maakte ( $7^{\circ}$  tot  $9^{\circ}$ ) met de hoornvliesas, hetgeen te minder bevreemden kan, wijl, zoo als talrijke metingen, in gemeenschap met Dr. DOIJER verrigt 1), geleerd hebben, de hoek tusschen gezichtslijn en hoornvliesas in 't algemeen bij hypermetropen aanzienlijk is.

De tabel heeft weinig toelichting noodig. Van de vijf kolommen cijfers bevat

- I. in millimeters den radius in een horizontaal vlak, door de gezichtslijn gelegd.
- II. in millimeters den radius in een verticaal vlak, door de gezichtslijn gelegd.
- III. in Par. duimen, den achtersten brandpuntsafstand der cornea in I.
- IV. in Par. duimen, den achtersten brandpuntsafstand der cornea in II.
- V. in Par. duimen, den brandpuntsafstand der cilindrische lens, die, in de vereischte rigting, onmiddellijk voor de cornea geplaatst, de brandpuntsafstanden III en IV zou gelijk maken. De graad van astigmatisme, uit de gevondene asymmetrie der cornea voortvloeiende, is dus 1:10.78, 1:20.04, enz. — D. beteekent regter, S. linker oog. Bij sommige personen zijn beide oogen, bij anderen slechts één gemeten. Voorts is m. mannelijk, v. vrouwelijk geslacht. Over 't geheel heb ik de asymmetrie meer bij mannen dan

1) *Verlagen en Mededeelingen van de Koninkl. Akademie van Wetenschappen.* 1862.



bij vrouwen gevonden; van de laatsten zijn echter betrekkelijk ook minder aan meting onderworpen.

Een oogopslag leert, dat in al de gevallen de radius der cornea in 't verticale vlak aanzienlijk kleiner is, dan die in 't horizontale, dat dus niet alleen de vorm der cornea, zonder uitzondering, van een' hoogen graad van astigmatisme rekenschap geeft, maar ook bepaaldelijk van een astigmatisme met korteren brandpuntsafstand in den verticalen meridiaan, — geheel in overeenstemming met hetgeen, evenzeer zonder uitzondering, ten opzichte van 't geheele dioptrische stelsel werd waargenomen.

De hooge beteekenis van de asymmetrie der cornea springt vooral in 't oog bij vergelijking met de op bl. 23 voorkomende tabel, bevattende de uitkomsten der waarneming van normale oogen, met voldoende gezigtsscherpte. Het hier gevonden maximum van asymmetrie blijft nog beneden 't minimum, dat op de tabel in gevallen van abnormaal astigmatisme vermeld staat, wanneer wij afzien van N°. 2 der abnormalen, die eene betrekkelijke geringe stoornis had ( $S = \frac{2}{3}$ ), en van N°. 14 der normalen, die, bij nader onderzoek, geene volkomene gezigtsscherpte opleverde ( $S = \frac{4}{5}$ ). — Van N°. 7, wiens linker cornea de bestaande gezichtsstoornis verklaarde, was op 't regter oog 't gezichtsvermogen volkomen, en, in overeenstemming hiermede, werden op dit oog de krommingsstralen in de beide vlakken gelijk gevonden:  $\varrho^0$  horiz. = 8.11,  $\varrho^0$  vertic. = 8.10.

Bij deze feiten is het onmiskenbaar, dat 't abnormaal astigmatisme in eene asymmetrie der cornea zijne verklaring vindt.

Eene andere vraag is het, of de invloed der kristallens in deze gevallen, waarbij de asymmetrie der cornea op den voorgrond stond, geheel kan worden ter zijde gesteld. Omme- staande tabel



No.	Naam.	Geslacht.	Oog.	I. II.		III.		IV. V.		VI.
				$\varphi^{\circ}$ .		Brekings-toestand in de hoofd-meridianen.		Astigmatisme.		
				Horiz.	Vertic.	Horiz.	Vertic.	Gevonden.	Uit de cornea berekend.	Rigting der hoofd-meridianen
1	Vn.	M.	D.	8.39	7.56	$H = \frac{1}{50}$	$M = \frac{1}{5}$	1 : 4.55?	1 : 9.43	
2	"	"	S.	8.14	7.67	$H = \frac{1}{15\frac{1}{2}}$	$M = \frac{1}{36\frac{1}{2}}$	1 : 10.88	1 : 14.51	
3	Br.	"	D.	8.32	7.30	$H = \frac{1}{4\frac{1}{2}}$	$H = \frac{1}{28}$	1 : 5.366	1 : 6.374	
4	Rsr.	"	S.	8.44	7.69	$H = \frac{1}{8}$	E	1 : 8	1 : 9.504	
5	Ad.	"	D.	8.19	7.50	$H = \frac{1}{10}$	$M = \frac{1}{20}$	1 : 6.66	1 : 9.767	
6	"	"	S.	8.16	7.43	$H = \frac{1}{8}$	$M = \frac{1}{50}$	1 : 6.897	1 : 9.118	
7	Rn.	"	D.	8.11	7.23	$H = \frac{1}{5\frac{3}{4}}$	$H = \frac{1}{40}$	1 : 6.715	1 : 7.310	
8	Sn.	"	D.	8.91	7.82	$H = \frac{1}{5\frac{1}{2}}$	$H = \frac{1}{28}$	1 : 6.844	1 : 7.019	
9	"	"	S.	8.81	7.96	$H = \frac{1}{8\frac{1}{2}}$	$H = \frac{1}{60}$	1 : 9.900	1 : 9.051	
10	Vn.	"	S.	8.29	7.69	$H = \frac{1}{45}$	$M = \frac{1}{30}$	1 : 18	1 : 11.67	



waarin voor 10 oogen het uit de cornea berekende (kolom V) met het werkelijk gevondene astigmatisme (kolom IV) wordt vergeleken, geeft hierop een vrij voldoende antwoord. De graad van 't astigmatisme (kolom V) werd gevonden uit den in de beide hoofdmeridianen aanwezigen graad van ametropie (kolom III), afgeleid uit de lensen, bij kunstmatige paralyse der accommodatie benoodigd, om een lichtpunt achtereenvolgens in twee tegengestelde rigtingen als dunste streep (kolom VI) te zien (meth. 8 bl. 51). De uitkomst leert, dat, twee gevallen (N<sup>o</sup>. 9 en 10) slechts uitgezonderd, het uit den vorm der cornea berekende astigmatisme door het werkelijk gevondene wordt overtroffen. Dit juist stond te wachten, wanneer daaraan de lens weinig of geen aandeel heeft. Wij hebben, namelijk, het astigmatisme van 't geheele stelsel bepaald in de beide hoofd-meridianen, beantwoordende aan de rigtingen der lijnen, die de focaal-ruimte begrenzen. Daarentegen is het uit de cornea voortvloeiend astigmatisme berekend uit de krommingsstralen, voor een verticaal en voor een horizontaal vlak gevonden. Nu wijken de hoofd-meridianen (verg. VI), voor de 10 gevallen der tabel aangegeven, meer of minder van deze vlakken af, en eene betrekkelijk kleine afwijking doet den kleinsten krommingsstraal reeds aanmerkelijk grooter, den grootsten kleiner worden. Dit verklaart voldoende de verschillen, in 2, 5 en 6 gevonden, en is in overeenstemming met de kleinere verschillen, die 3, 4, 7 en 8 opleveren. Wat de groote afwijking van 1 aangaat, zij is afhankelijk van eene onjuiste bepaling van 't astigmatisme. De gevallen zijn onderzocht, toen ik nog geene betere methode dan de sub 8<sup>o</sup>. bl. 51 beschrevene kende; en bij de waardering daarvan werd opgemerkt, dat deze, wanneer een sterk onregelmatig astigmatisme in 't spel is, veel te wenschen overlaat. Dit nu gold voor N<sup>o</sup>. 1 in zoo hooge mate, dat de gevondene waarde reeds terstond als zeer onzeker werd beschouwd; en later onderzoek, naar



andere methoden, heeft dan ook geleerd, dat het regelmatig astigmatisme van dit oog niet 1 : 4.55, maar slechts  $\frac{1}{2}$  bedraagt. Daarmede is dus ook voor dit geval het groot verschil uit den weg geruimd. Zoo blijven alléén N°. 9 en N°. 10 over, waarin een invloed der lens moet worden aangenomen, en wel in een' zin, tegengesteld aan de astigmatische werking der cornea. Op grond van al het bovenstaande, zijn wij dus allezins gerechtigd, het besluit te handhaven, dat de grond van 't abnormaal astigmatisme voor verreweg het grootste deel in eene asymmetrie der cornea te zoeken is 1).

De vraag rijst hierbij op, of, bij de bestaande asymmetrie, de radius in den horizontalen meridiaan grooter of wel die in den verticalen meridiaan kleiner is, dan de radius van het normale symmetrische oog. Vooreerst kan ik hierop antwoorden, dat de horizontale meridiaan aanzienlijk grooter pleegt te zijn. Bij 't meten van 120 oogen van mannen met voldoende gezigtsscherpte, vond ik  $\varrho^\circ$  in den horizontalen meridiaan gemiddeld 7.858 mm., als maximum 8.396, als minimum 7.291. Daaronder waren vele myopische en hypermetropische oogen, tot in de hoogste graden; maar deze leverden geen verschil van beteekenis op 2). De 19 asymmetrische oogen van mannen, op de tabel (bl. 60) vereenigd, geven daarentegen  $\varrho^\circ$  gemiddeld 8.291, dat is bijna gelijk

1) In 8 of 10 astigmatische oogen werden, tot betere vergelijking, de krommingsstralen der cornea bepaald in 't midden, dat is nagenoeg in de as, der cornea, en in vlakken, overeenkomende met de voor de hoofd-meridianen gevondene rigting. Op de in September 1861 te Heidelberg gehoudene bijeenkomst van ophthalmologen heb ik hiervan reeds gewag gemaakt. Voor het grootste deel had Dr. HAFMANS de metingen bewerkstelligd. 't Doet mij daarom dubbel leed, te moeten erkennen, dat ze — in 't ongereede zijn geraakt.

2) Vergelijk: *Verslagen en Mededeelingen van de Koninklijke Akademie van wetenschappen*. 1860; en *Tweede jaarlijksch verslag betreffende de verpleging en 't onderwijs in het Nederlandsch gasthuis voor ooglijders*, met wetenschappelijke bijbladen. Utrecht 1861, bl. 25.



aan 't maximum, bij symmetrische oogen gevonden, en daar-  
 onder komen er niet minder dan vijf voor, die dat maximum  
 nog overschrijden, namelijk  $\varrho^\circ = 8.44$ ,  $\varrho^\circ = 8.72$ ,  $\varrho^\circ = 8.74$ ,  
 $\varrho^\circ = 8.81$  en  $\varrho^\circ = 8.91$ . — Wat  $\varrho^\circ$  in den verticalen meri-  
 diaan betreft, deze is in de asymmetrische oogen kleiner dan  
 in de symmetrische, maar het verschil is hier toch minder  
 aanzienlijk. Gemiddeld vonden wij voor de eerste (tabel bl.  
 60)  $\varrho^\circ$  vertic. = 7.439. Van  $\varrho^\circ$  vertic. in symmetrische oogen  
 bezit ik geene bepalingen dan de bl. 23 opgenomene, die  
 een gemiddelde leveren van 7.695. 't Blijkt dus, dat, bij  
 asymmetrie van 't oog,  $\varrho^\circ$  in den horizontalen meridiaan  
 doorgaans meer boven 't normale stijgt, dan  $\varrho^\circ$  in den ver-  
 ticalen er beneden daalt.

Behalve de aangeborene misvorming der cornea kunnen verschil-  
 lende verkregene toestanden tot abnormaal astigmatisme aanleiding  
 geven. Deze verdienen eene afzonderlijke waardering, en zullen bij  
 de klinische vormen, waaronder 't astigmatisme voorkomt, in § VIII  
 ter sprake komen.

Eindelijk moet hier ook met een woord worden aangeduid, dat,  
 waar de cornea geene asymmetrie aanwijst, de lens de zetel van  
 't abnormaal astigmatisme zijn kan. Waar ik hiertoe besluiten  
 moest, was eene belangrijke afwijking in *ligging* der lens te con-  
 stateren, zoodat ik nimmer aanleiding vond, eene afwijking in den  
*vorm* der lens als oorzaak van astigmatisme aan te nemen.

't Levert buitengewone zwarigheden op, het aandeel der kristal-  
 lens in 't voortbrengen van 't astigmatisme van 't geheele lichtbre-  
 kend stelsel met naauwkeurigheid te bepalen. Aan een objectief  
 onderzoek naar asymmetrie van de krommingsvlakken der kristal-  
 lens in 't levende oog is voor'shands niet te denken. Het uit-  
 sluiten van de werking der cornea door indompeling van het oog  
 in een' met water gevulden korten koker, aan de voorzijde begrensd  
 door eene de cornea vervangende lens (methode van YOUNG), stuit  
 af op praktische bezwaren van verschillenden aard. Er blijft dus



niets over, dan eensdeels het astigmatisme van het oog door subjectieve gezichtsproeven (naar de in § V vermelde methoden), anderdeels den vorm der cornea met behulp van den ophthalmometer naauwkeurig te bepalen, en het hieruit berekend astigmatisme met het totale te vergelijken. Daartoe nu zou men van de cornea de krommingsradii in de hoofd-meridianen moeten kennen, en a priori heeft men geen regt, aan te nemen, dat deze zamenvallen met de hoofd-meridianen, voor 't geheele stelsel gevonden. Maar al had men daartoe het regt, het zou bezwaar hebben, aan het hoofd eene helling te geven, waarbij deze meridianen juist verticaal en horizontaal komen te liggen. Moet men nu daarenboven, om den radius van den *top* der cornea te berekenen, achtereenvolgens naar verschillende viseerpunten laten zien, dan heeft men, ten gevolge der oogbewegingen, nog verandering in de helling der meridianen te wachten. Er blijft dus geen ander middel over, dan de lichten zelve in een verticaal vlak te laten draaijen om een punt, waarop de as der cornea, zoowel als die van den ophthalmometer gerigt is, en aldus de lichten achtereenvolgens in verschillende meridianen der cornea te doen spiegelen, terwijl men aan de glazen platen van den ophthalmometer eene gelijke helling geeft. Eene zoodanige inrigting, die ons in staat zal stellen, den krommingsradius van den top der cornea in alle meridianen te bepalen, wordt thans alhier tot stand gebracht. De daarmee te verkrijgen uitkomsten zullen later worden medegedeeld. De meeste zorg wordt vereischt, om het viseerpunt te vinden, waarbij de hoornvlies-as gerigt is op het punt, om hetwelk de spiegelende lichten draaijen. Is dit gelukt, dan zijn de metingen spoedig volbragt.

Ik mag niet nalaten, te doen opmerken, dat de horizontale en verticale vlakken, welker radii in bovenstaande tabellen vermeld zijn, niet alleen geene hoofd-meridianen, maar zelfs geene meridianen zijn. De bepalingen zijn geschied, terwijl de gezichtslijn gerigt werd op de as van den ophthalmometer, dat is op een punt, gelegen in 't midden tusschen de vlammen, welker spiegelende beelden gemeten werden: 't zijn dus vlakken, gelegd door de gezichtslijn, niet door de gezichts-as, en ook in deze vlakken werd, wegens zijde-



lingsche afwijking der gezigtlijn, niet de kleinste radius gevonden. Intusschen is de onnaauwkeurigheid, die hieruit voortvloeit, niet zoo groot, dat zij aan de deugdelijkheid der gemaakte gevolgtrekkingen eenigerlei afbreuk zou doen.

## VII.

### ***Cilindrische lenzen en algemeene regelen omtrent hare aanwending.***

Het regelmatig astigmatisme kan, zoo als boven werd opgemerkt, worden voortgebracht, door aan eene sphaerische lens eene cilindrische toe te voegen.

De werking eener cilindrische lens, op hare beurt, kan door eene tweede dergelijke lens van gelijken brandpuntsafstand worden opgeheven. Zijn deze cilindrische lenzen beide of positief of negatief, dan moeten, om zich wederzijds te neutraliseren, de assen der cilindrische vlakken loodrecht op elkander staan; is daarentegen de eene positief, de andere negatief, dan wordt bij evenwijdigen stand der assen het effect bereikt. Van het laatste geval, levert de astigmatische lens van STOKES (verg. bl. 58) ons een voorbeeld: hare werking is, bij evenwijdigen stand der assen,  $= 0$ . Het eerste vindt men vertegenwoordigd in de zoogenoemde horologiemakersloupes, die twee convexe cilindrische vlakken van gelijken brandpuntsafstand hebben, welke werking, bij overkruising van de assen dier vlakken, nagenoeg met die van gewone biconvexe loupes overeenstemt. Zijn de beide cilindrische vlakken concaaf, zoo wordt, bij overkruising der assen, met opheffing van 't astigmatisme, tevens de werking eener negatieve sphaerische lens verkregen.

Zoo als nu de werking eener cilindrische lens door die eener tweede kan worden opgeheven, kan het regelmatig astigmatisme door eene cilindrische lens worden gecorrigeerd.



Om zich die correctie goed voor te stellen, neme men de hiertoe betrekkelijke proeven voor zijn eigen oog. Eene cilindrische lens, bijv. van  $\frac{1}{10}$ , maakt astigmatisch en geeft aanleiding tot eigenaardige, vroeger reeds beschrevene stoornissen in het zien. Eene tweede cilindrische lens van  $-\frac{1}{10}$ , met gelijk gerigte as, neutraliseert de werking der eerste geheel en al, zoodat van de aanwezigheid van glazen voor het oog naauwelijks meer iets bemerkt wordt. Is daarentegen de tweede cilindrische lens, even als de eerste, eene positieve van  $\frac{1}{10}$ , dan wordt, bij loodregt op elkander gerigte assen der cilindrische vlakken, het astigmatisme gecorrigeerd; maar hierbij is nu tevens het oog myopisch geworden, en wel in dien graad, dat het verste punt van een te voren ametroopisch oog (de afstand van glas tot oog niet in rekening gebracht) op 10" komt te liggen ( $M = \frac{1}{10}$ ).

De glazen, die tot correctie der verschillende vormen van astigmatisme vereischt worden, kunnen tot drie soorten worden teruggebracht.

I. *Eenvoudige cilindrische glazen* (fig. 13). Even als de sphaerische hebben deze òf een' positieven (A, B, C), òf een' negatieven brandpunts-afstand (D, E, F); de eerste noemen wij eenvoudig *positieve*, de laatste *negatieve*. Zijn de beide vlakken cilindrisch, dan zijn hunne assen evenwijdig. Om eene juiste voorstelling van hunnen vorm te geven, zijn zij afgebeeld, zoowel op eene doorsnede, loodregt op de as (fig. 13, I) als op eene doorsnede, door de as gelegd (fig. 13, II); de vlakken zijn daarbij als voorste *a* en achterste *p* onderscheiden.

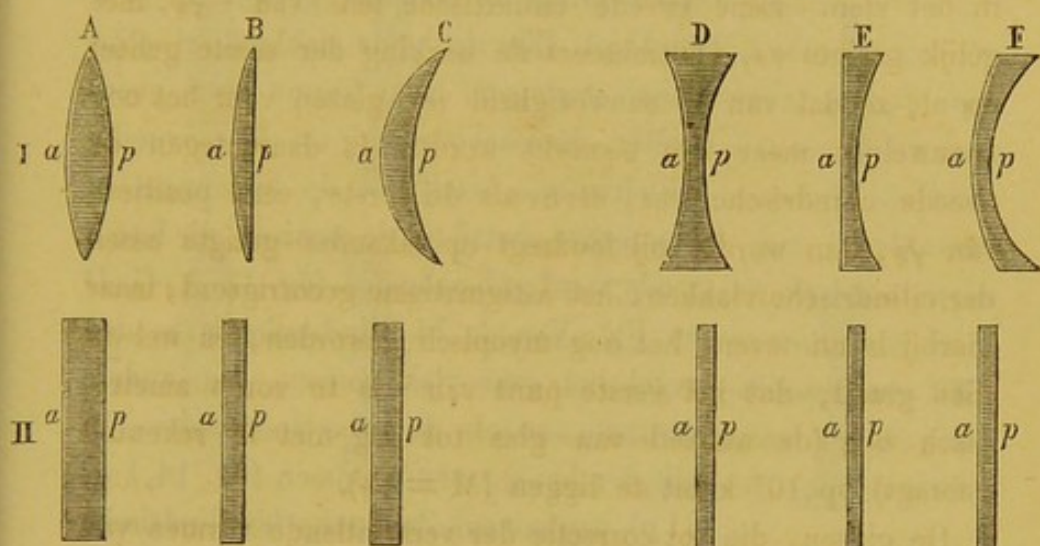
a. Tot de *positieve* behooren:

1. De bi-convexe (fig. 13 A).
2. De plan-convexe (B).
3. De concaaf-convexe of positieve meniscus (C).

b. Tot de *negatieve* behooren:

1. De bi-concave (D).
2. De plan-concave (E).
3. De convex-concave of negatieve meniscus (F).

Fig. 13.



Ten opzichte der deugdelijkheid geldt genoegzaam hetzelfde als bij de sphaerische: de plan-convexe en plan-concave geven de grootste aberratie, de bi-convexe (mits niet te sterk) en de bi-concave zijn in 't algemeen zeer bruikbaar, en de menisci hebben het voordeel van periscopisch te zijn.

Van de eenvoudige cilindrische glazen, behoeft men er van  $\frac{1}{50} c$  tot  $\frac{1}{5} c$ , en van  $-\frac{1}{50} c$  tot  $-\frac{1}{5} c$ , dat is, van 50 tot 5 Parijsche duimen zoowel negatieven als positieven brandpunts-afstand. Dat deze brandpunts-afstand slechts geldt voor het vlak, loodregt op de as der cilindrische kromming, en dat in een door de assen gelegd vlak de brandpunts-afstand oneindig is, behoeft hier wel naauwelijks te worden opgemerkt: zij laten dus ook in deze laatste rigting den brandpunts-afstand van een dioptrisch stelsel, waarmede ze verbonden worden, onveranderd.

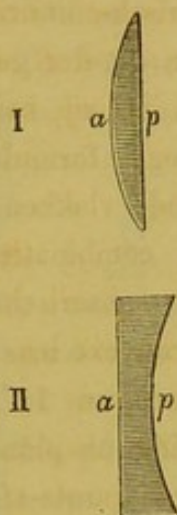
Om haren aard en hare sterkte uit te drukken, gebruiken



wij, zoo als reeds zal gebleken zijn, dezelfde formule als voor de sphaerische glazen, onder toevoeging van  $c$ .

II. *Bi-cilindrische glazen* (fig. 14). Deze hebben twee

Fig. 14.



cilindrische krommingsvlakken, welker assen loodrecht op elkander gerigt zijn (I  $a$  en II  $p$ ). Zijn de beide vlakken wel cilindrisch geslepen, maar hunne assen evenwijdig, dan behooren zij tot de eenvoudig cilindrische, hetzij tot de bi-convexe of bi-concave, hetzij tot de menisci, die boven reeds werden beschreven (fig. 13 A, C, D en F). Van de bi-cilindrische is in den regel het eene vlak convex, het andere concaaf, zoo als de twee doorsneden, in elk der beide assen genomen (fig. 14, I  $a$ , II  $p$ ), aantonen. Zoodanige bi-cilindrische

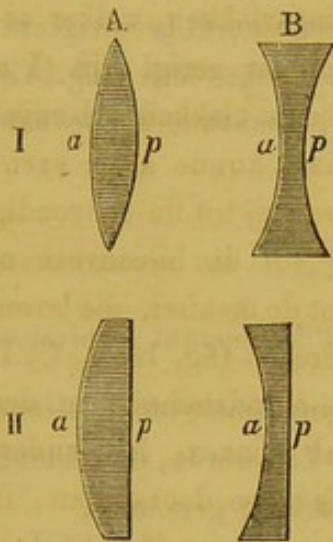
glazen doen dus evenwijdige opvallende lichtstralen in het vlak der eene as convergeren, in dat der andere, na breking, divergeren. Hunne werking kan worden uitgedrukt door de formule voor elk der beide vlakken, verbonden door het teeken van een' rechten hoek  $\Gamma$ . Eene bi-cilindrische van 12" positieven brandpunts-afstand in een vlak, loodrecht op de as van het convexe cilindrische vlak, en van 24" negatieven brandpunts-afstand in een vlak, loodrecht op de as van het concave cilindrische vlak, wordt aldus uitgedrukt als:

$$\frac{1}{12} c \Gamma - \frac{1}{24} c.$$

III. *Sphaerisch-cilindrische glazen*. Van deze glazen heeft het eene vlak eene sphaerische (fig. 15, I en II  $a a$ ), het andere eene cilindrische kromming (I en II  $p p$ ). Aanwending vinden alléén die, welker beide vlakken of convex (A) of concaaf (B) zijn. Men kan zich deze lenzen voorstellen als de combinatie van eene plan-cilindrische met eene plan-sphae-

rische lens, en deze beide verkrijgt men dan ook werkelijk, wanneer men eene sphaerisch-cilindrische lens in een vlak,

Fig. 15.



loodregt op de as van het sphaerisch vlak, doorsnijdt. De werking nu eener sphaerisch-cilindrische lens is gelijk aan die der genoemde combinatie, en zij kan worden uitgedrukt door de formule voor elk der brekende vlakken, vereenigd door het combinatie-teeken  $\ominus$ . Geeft de sphaerische kromming, als plan-convexe lens, een' brandpunts-afstand van 12", de cilindrische kromming, als plan-convexe lens, een brandpunts-af-

stand van 24", zoo schrijven wij:

$$\frac{1}{12} s \ominus \frac{1}{24} c,$$

hetgeen beteekent, dat de positieve brandpunts-afstand, op eene doorsnede door de as van het cilindrische vlak 12", in eene doorsnede, loodregt op dit vlak,  $(\frac{1}{12} + \frac{1}{24} = \frac{1}{8})$  8" bedraagt. Vertegenwoordigt het sphaerische vlak, als plan-concave lens  $-\frac{1}{18}$ , het cilindrische, als plan-cilindrische lens,  $-\frac{1}{9}$ , zoo geeft de gecombineerde sphaerisch-cilindrische lens:

$$-\frac{1}{18} s \ominus -\frac{1}{9} c,$$

in welke lens de negatieve brandpunts-afstand, in de as van het cilindrische vlak, 18", loodregt op die as,  $(\frac{1}{18} + \frac{1}{9} = \frac{1}{6})$  6" bedraagt.

Het is nu gemakkelijk, in te zien, welke cilindrische glazen de verschillende vormen van astigmatisme (verg. bl. 47) opheffen. Voorloopig stellen wij ons hierbij ten doel, met het



astigmatisme tevens de ametropie te corrigeren, dat is, het verste punt van duidelijk zien op oneindigen afstand te brengen ( $R = \infty$ ). Wij vinden alsdan:

1. Het eenvoudig myopisch astigmatisme wordt gecorrigeerd door eene eenvoudige negatieve cilindrische lens (fig. 13 D, E, F) van een' brandpunts-afstand, beantwoordende aan den graad van het astigmatisme:

$$A_m = \frac{1}{6}$$

door glazen van  $-\frac{1}{5\frac{1}{2}}$  c, op  $\frac{1}{2}$ " van 't knooppunt geplaatst.

2. Het zamengesteld myopisch astigmatisme vereischt eene negatieve sphaerisch-cilindrische lens. Zoo wordt, de afstand van glas tot knooppunt niet in aanmerking genomen,

$$M \frac{1}{20} + A_m \frac{1}{20}$$

gecorrigeerd door

$$-\frac{1}{20} s \subset -\frac{1}{20} c \text{ (verg. fig. 15 B).}$$

3. Het eenvoudig hypermetropisch astigmatisme  $A_h$  vindt zijne correctie door eenvoudige positieve cilindrische glazen (fig. 13 A, B, C), beantwoordende aan den graad van 't astigmatisme. Bij

$$A_h = \frac{1}{8}$$

wordt dus een glas van

$$\frac{1}{8\frac{1}{2}} c$$

gevorderd, geplaatst op  $\frac{1}{2}$ " van het knooppunt.

4. Het zamengestelde hypermetropisch astigmatisme eischt positieve sphaerisch-cilindrische glazen:

$$H \frac{1}{18} + A_h \frac{1}{9}$$

wordt gecorrigeerd (de afstand van glas tot knooppunt niet in aanmerking genomen) door:

$$\frac{1}{18} s \subset \frac{1}{9} c.$$

5. Het gemengde astigmatisme, eindelijk, wijkt voor bicilindrische glazen:

$$Amh = \frac{1}{8},$$

zamengesteld uit

$$M \frac{1}{12} + H \frac{1}{24},$$

wordt gecorrigeerd door:

$$\frac{1}{24} c \sqcap - \frac{1}{12} c$$

en

$$Ahm = \frac{1}{8},$$

zamengesteld uit

$$\frac{1}{12} H + \frac{1}{24} M,$$

door:

$$\frac{1}{12} c \sqcap - \frac{1}{24} c.$$

Deze korte stellingen zijn ons een rigtsnoer voor de keuze van glazen, wanneer met het astigmatisme tevens de ametro-  
pie moet worden gecorrigeerd. Maar niet altijd wenscht men  
dit tweeledig doel te bereiken. Wordt door correctie van 't  
astigmatisme het gezichtsvermogen onder alle omstandigheden  
gebaat en kan men hiertoe schier onvoorwaardelijk overgaan, —  
menigmaal is het niet aangewezen, het oog tevens tot den  
toestand van emmetropie te reduceren. Wat deze reductie  
aangaat, hier gelden, bij complicatie met astigmatisme, de-  
zelfde regels, die bij ametropie in 't algemeen toepassing



vinden. Het kan dus niet in mijne bedoeling liggen, die hier in haren geheelen omvang te ontwikkelen. Ik moet mij, althans wat myopie aangaat, bepalen tot de beginselen, om daarna aan te wijzen, hoe, is de indicatie vastgesteld, aan deze, ook bij complicatie met astigmatisme, kan worden voldaan.

Wij weten, dat ametropie bepaald wordt door den grootsten afstand R van duidelijk zien bij ontspanning der accommodatie, dat zij wordt gecorrigeerd, door R op oneindig te brengen. Staan de glazen  $\frac{1}{2}$ " van 't knooppunt, zoo is:

$$M = \frac{1}{6}$$

opgeheven door glazen van:

$$- \frac{1}{5\frac{1}{2}},$$

$$H = \frac{1}{6}$$

door glazen van:

$$\frac{1}{6\frac{1}{2}}.$$

*Hypermetropie* nu behoort, alvast voor zoover ze manifest optreedt, onvoorwaardelijk te worden geneutraliseerd. Men weet intusschen, dat, onder den invloed eener krachtige accommodatie, het manifeste deel der hypermetropie met geene mogelijkheid scherp te bepalen is, dat het voor 't zelfde oog nu eens grooter, dan weêr kleiner uitvalt. Als bril, om voortdurend te dragen, geve men nu zoodanige glazen, waardoor de *hoogste* graad van manifeste hypermetropie, die bij 't geheele onderzoek voorkwam, wordt weggenomen, en naarmate, onder 't gebruik dezer glazen, het manifeste deel der hypermetropie toeneemt, ga men stelselmatig tot sterkere en sterkere glazen over. — Met diezelfde glazen kan ook werk in de nabijheid beproefd worden. Of zij zullen voldoen, moet praktisch blijken. Is een groot deel der hypermetropie



latent, dan is het bijna te voorzien, dat zij onvoldoende zullen zijn en bij eenigzins voortgezette inspanning niet voor verschijnselen van asthenopie zullen vrijwaren. Verder beproeven is dan nutteloos of zelfs schadelijk: het bewijs is dáár, dat tot werk in de nabijheid sterkere glazen noodig zijn, en wel zoodanige, die niet alleen de manifeste, maar ook ongeveer de helft der latente hypermetropie corrigeren. Inmiddels moet na den arbeid de zwakkere bril, die slechts het manifeste deel der hypermetropie opheft, telkens den sterkeren vervangen. — De meest wenschelijke toestand zou zijn, dat de hypermetropie in haar geheel manifest optrad. Zij zou dan ook in haar geheel kunnen gecorrigeerd worden door glazen, die zoowel in den omgang als bij den arbeid zouden geschikt zijn. Maar slechts zelden gelukt het, dien toestand te bereiken. Vooreerst toch is de blijvende inspanning der accommodatie den hypermetroop zoodanig tot gewoonte geworden, dat, zoolang de accommodatie nog eene zekere activiteit behoudt, hij die moeilijk kan laten varen; en, ten anderen, wordt, zoo als de berekening mij leerde, ten gevolge der combinatie met een convex glas, door eene bepaalde verandering van het dioptrisch stelsel van het oog eene mindere accommodatie-breedte vertegenwoordigd. Hiervan nu is ook 't gevolg, dat, kan de accommodatie zich ook ten eenemale ontspannen, reeds vóór den leeftijd, waarop het emmetropisch oog presbyopisch wordt, het hypermetropische tot werk in de nabijheid behoefte heeft aan een glas, sterker dan wat blijvend gedragen wordt.

De regelen, die 't gebruik van glazen bij hypermetropie bepalen, zijn, zoo als uit het bovenstaande blijkt, eenvoudig, en het had geen bezwaar, ze met weinig woorden vrij voldoende te formuleren. Ik ben niet in staat hetzelfde te doen, in betrekking tot *myopie*. De aanwijzing der glazen is gegeven met het antwoord op de vraag: tot op welken afstand moet het verste punt van duidelijk zien worden gebragt?



Maar juist het antwoord op deze vraag is moeilijk in 't algemeen te geven. Wij weten, dat tot geheele correctie der myopie die afstand oneindig worden moet. Daartoe nu mag hij worden gebragt, vooreerst, wanneer de glazen uitsluitend worden gebruikt, om op grooten afstand te zien: eene lorgnet, die slechts bij tusschenpoozen, terwijl men op afstand wil onderscheiden, voor 't oog gehouden wordt, mag de myopie geheel neutraliseren. Het mag, tweedens, worden toegepast voor brillen, die gedragen en zelfs bij werk in de nabijheid gebruikt worden, onder voorwaarde, dat de myopie, in betrekking tot de accommodatie-breedte, gering en het oog overigens gezond zij. Vooral op jeugdigen leeftijd gewent het myopisch oog zich spoedig, hetzij onmiddellijk, hetzij trapsgewijs, aan volkomene neutralisatie; en aangezien bij aanwezigheid van een concaaf glas voor het oog eene bepaalde verandering der kristallens eene grootere accommodatie-breedte omvat, doet ook bij arbeid nabij het oog het bezwaar zich minder gevoelen. — In alle andere gevallen mag de myopie slechts gedeeltelijk gecorrigeerd worden, en wanneer complicatie met amblyopie in 't spel is, moet bij werk in de nabijheid het gebruik van zwakke glazen vaak geheel worden ontzegd. Overigens komen bij het bepalen van den afstand, waartoe R mag worden gebragt, een tal van factoren in aanmerking: de graad der myopie, de hoegrootheid der accommodatie-breedte, de gang der relatieve accommodatie-breedte, de toestand van het oog en van zijne spieren, en, eindelijk, de aard van werk en de afstand, waarop het te verrigten is. Bij eene opsomming dezer factoren moeten wij ons bepalen. 't Is hier de plaats niet, de beteekenis en den invloed van elk in 't bijzonder na te sporen en te schatten. Er blijft ons dus slechts over, aan te geven, hoe, wanneer als indicatie is vastgesteld, op welken afstand R moet worden gebragt, bij complicatie met astigmatisme het benoodigde glas door berekening te vinden.



Bij de bepaling van 't astigmatisme zijn wij uitgegaan van het onderzoek naar de breking in de beide hoofd-meridianen. Daaruit werd dan de gemeenschappelijke ametropie afgeleid en de graad van astigmatisme als afzonderlijke waarde toegevoegd. Zoo vonden wij de formule voor het zamengesteld zoowel hypermetropisch als myopisch astigmatisme. Wanneer wij nu tot de beide hoofd-meridianen terugkeeren, dan is de methode, om de glazen te vinden, die, het astigmatisme neutraliserende, in alle meridianen aan R de verlangde waarde geven, hoogst eenvoudig. Aan R eene waarde geven van 40", 20", 12" beteekent niets anders dan aan het oog eene myopie mededeelen van, of wel de bestaande myopie reduceren tot  $\frac{1}{10}$ ,  $\frac{1}{20}$ ,  $\frac{1}{12}$ . Wij hebben dus van de gevondene refractie in de beide hoofd-meridianen den gewenschten graad van myopie slechts af te trekken, en geven wij de glazen die de dan overgeblevene ametropie in elk der meridianen geheel corrigeren, dan blijft juist die graad van myopie over.

Tot toelichting mogen de volgende voorbeelden dienen:

1. Er zijn gevonden:

In den hoofd-meridiaan H, emmetropie

$$\text{„ „ „ „ } v, M = \frac{1}{6}$$

en men verlangt R te brengen op 18", dan verkrijgen wij door aftrekking:

$$\text{in H, emmetropie} - M \frac{1}{18} = H \frac{1}{18}$$

$$\text{in v, } M \frac{1}{6} - M \frac{1}{18} = M \frac{1}{9},$$

en tot correctie hiervan wordt een bi-cilindrisch glas vereischt van:

$$\frac{1}{18} c \text{ — } \frac{1}{9} c.$$



$$2. \text{ Zij in den hoofd-meridiaan } H, \quad M = \frac{1}{20}$$

$$,, \quad ,, \quad ,, \quad ,, \quad v, \quad M = \frac{1}{10}$$

en verlangt men R te brengen op 20", zoo vindt men, door aftrekking van  $M \frac{1}{20}$ ,

$$\text{in } H, \quad M \frac{1}{20} - M \frac{1}{20} = \text{emmetropie}$$

$$\text{in } v, \quad M \frac{1}{10} - M \frac{1}{20} = M \frac{1}{20}$$

zoodat het doel bereikt wordt door een eenvoudig cilindrisch glas van  $-\frac{1}{20} c$ .

$$3. \text{ In } H \text{ zij } H = \frac{1}{6}$$

$$\text{in } v \text{ zij } H = \frac{1}{18};$$

men verlangt, tot lezen, schrijven enz., R te brengen op 18", zoo vinden wij door aftrekking:

$$\text{in } H, \quad H \frac{1}{6} - M \frac{1}{18} = H - \frac{1}{4\frac{1}{2}}$$

$$\text{in } v, \quad H \frac{1}{18} - M \frac{1}{18} = H - \frac{1}{9}$$

't welk (verg. bl. 74, sub 4<sup>o</sup>) wordt gecorrigeerd door:

$$\frac{1}{9} s \quad \subset \quad \frac{1}{9} c$$

4. In een geval van astigmatisme zij:

$$\text{in } v, \quad M = \frac{1}{12}$$

$$\text{in } H, \quad H = \frac{1}{24}$$

en men verlangt R op 24", zoo verkrijgt men door aftrekking,

$$\text{in } v, \quad M \frac{1}{12} - M \frac{1}{24} = M \frac{1}{24}$$

$$\text{in H, } H \frac{1}{24} - M \frac{1}{24} = H \frac{1}{12},$$

zoodat tot bereiking van het voorgestelde doel een bi cilindrisch glas vereischt wordt van:

$$\frac{1}{12} c \text{ } \Gamma - \frac{1}{24} c.$$

Den hier beschreven eenigzins gecompliceerden weg kan men in alle gevallen inslaan, maar niet altijd is dit noodig. Wanneer, namelijk, bij zamengesteld myopisch astigmatisme een hooge graad van myopie bestaat, dien men gedeeltelijk wenscht te behouden, dan behoeft slechts die myopie tot den gewenschten graad gereduceerd te worden: bijv., bij  $M \frac{1}{8} + Am \frac{1}{2}$  wenscht men  $M \frac{1}{8}$  over te houden, zoo zal dit bereikt worden, wanneer men  $M \frac{1}{8}$  aftrekt, en aldus  $M \frac{1}{9} + Am \frac{1}{2}$  door  $-\frac{1}{9} s \subset -\frac{1}{18} c$  corrigeert. Eveneens heeft men bij zamengesteld hypermetropisch astigmatisme de te corrigeren hypermetropie slechts zooveel te vergrooten, als aan de gewenschte waarde van R beantwoordt. Zoo zal bij

$$H \frac{1}{18} + Ah \frac{1}{9}.$$

R op 18" gebragt worden door:

$$\frac{1}{9} s \subset \frac{1}{9} c.$$

Bij al deze berekeningen hebben wij de correctie, uit den afstand tusschen glas en knooppunt voortvloeiende, eenvoudigheidshalve ter zijde gelaten: trouwens, wanneer geene bijzonder sterke glazen vereischt worden, is de invloed daarvan klein genoeg, om zich in de praktijk nauwelijks te doen gevoelen.

Bij het aanwenden van cilindrische glazen, is het van 't grootste gewigt, dat de assen der krommingsvlakken in de hoofd-meridianen van 't dioptrisch stelsel van het oog gelegen zijn. Eene geringe afwijking geeft, vooral wanneer



sterke glazen worden aangewend, reeds eene zeer merkbare stoornis. Het best nu bereikt men 't voorgestelde doel, wanneer men rond afgeslepen glazen in een stel met ronde ringen laat zetten, waarbij, door ronddraaijing der glazen, aan de as van 't cilindrische vlak de juiste rigting gemakkelijk kan gegeven worden. Door kleine bewegingen van het stel in zijn geheel bemerkt men al spoedig, in welke rigting men het glas nog draaijen moet; en het bewijs, dat het volkomen de juiste rigting heeft aangenomen, ligt dáárin, dat, bij geringe schommeling van het stel naar de eene en naar de andere zijde, de correctie minder volkomen, het gezichtsvermogen minder scherp wordt. Is nu eenmaal de juiste rigting voor de ronde glazen gevonden, dan kan men ze, onder behoud van de rigtingen der assen, des verkiezende, tot ovale glazen laten afslijpen en in een ander stel plaatsen. Dat het, bij 't gebruik van cilindrische glazen, een eerste vereischte is, voor een goed passend, weinig bewegelijk stel zorg te dragen, ligt in het boven gezegde opgesloten.

De correctie van het regelmatig astigmatisme door middel van cilindrische glazen kan geene absolute volkomenheid bereiken. Afgezien van de amblyopie, die, onafhankelijk van 't lichtbrekend stelsel, vele gevallen van astigmatisme compliceert, moet de gezigtsscherpte, bij de naauwkeurigste correctie, reeds daarom te wenschen overlaten, wijl de asymmetrie van het astigmatisch oog niet geheel en al is gelijk te stellen met de aanwezigheid eener cilindrische lens. Daarenboven is de correctie slechts van dien aard, dat de achterste brandpunten voor de verschillende meridianen worden zamengebragt, zonder dat zulks op de overige cardinale punten toepasselijk is. Bepaaldelijk is het zamenvallen der knooppunten in de verschillende meridianen naauwelijks te verkrijgen. Liggen zij in den hoofd-meridiaan van zwakste kromming meer naar achteren, de correctie door eene bi-convexe cilindrische lens brengt ze meer naar voren, dan die in den meridiaan van sterkste



kromming, en omgekeerd worden de meer naar voren gelegene, bij correctie door eene bi-concave cilindrische lens, meer naar achteren verplaatst. Hierin ligt opgesloten, dat de vorm der lichamen bij correctie van 't astigmatisme verlengd wordt in eene rigting, tegengesteld aan die, waarin vóór de correctie verlenging bestond. Deze te groote verschuiving der knooppunten wordt des te geringer, hoe digter de cilindrische glazen zich bij het hoornvlies bevinden, en reeds daarom is het wenschelijk, bij 't gebruik van sphaerisch-cilindrische glazen, dat vlak naar het oog te keeren, waarbij het knooppunt van 't cilindrische vlak het digtst bij het oog ligt. Zijn beide convex of concaaf, dan worde dat van minste kromming, is het eene convex, het andere concaaf, dan worde het concave naar het oog gekeerd. — De vormverandering, die 't gevolg is van cilindrische glazen, is ook wel de oorzaak, waarom men, bij 't zoeken naar glazen van de vereischte sterkte, met minder goed gevolg, dan wanneer het sphaerische glazen geldt, kan gebruik maken van de verandering in gezigtsscherpte bij verandering van den afstand tusschen glas en oog: bijna altijd wordt het glas zoowel het convexe, al is het te zwak, als het concave, al is het te sterk, digt bij 't oog verlangd. Men ziet overigens ligtelijk in, dat, inzonderheid bij 't gebruik van bi-cilindrische glazen, de afstand van 't oog gering behoort te zijn: immers, naarmate de afstand toeneemt, worden in de eene rigting de beelden kleiner en kleiner, in de tegengestelde grooter en grooter, en onder dezen dubbelen invloed moet de vormverandering zich sterk doen gevoelen. Voorts valt nog op te merken, dat bij sommige bewegingen van het oog, die met eene draaijing om de gezigts-as verbonden zijn, de rigting van de assen der cilindrische vlakken niet meer volkomen met de hoofd-meridianen zamenvalt en de correctie dus onvolkomen wordt; en hiervan is 't gevolg, dat, bij 't gebruik van cilindrische glazen, het oog, zal de gezigtsscherpte niet verloren gaan, in zijne bewegingen eenigzins beperkt is. Intusschen geeft elk brilglas, als zoodanig, reeds beperking, en de ervaring leert dan ook, dat ze in dit geval geen bijzonder bezwaar oplevert 1).

1) Ziet men zijdelings, boven of beneden het vlak, dat door de beide ge-



Eindelijk, om niets te verzwijgen, stippen wij aan, dat de accommodatieve veranderingen in 't astigmatisch oog, vooral na correctie der asymmetrie, in de beide hoofd-meridianen geene geheel overeenkomstige accommodatie-breedten vertegenwoordigen, zoodat de correctie door bepaalde glazen niet voor alle accommodatie-toestanden even volkomen zijn kan. Dit verschil is intusschen zoo gering, dat ook hieruit geen praktisch bezwaar voortvloeit.

Zoo als reeds vroeger werd medegedeeld, is AIRY de eerste, die het abnormaal astigmatisme ontdekte, en wel op zijn linker oog, die tevens begreep, dat een cilindrisch glas de asymmetrie kon corrigeren en ook werkelijk door een zoodanig glas de gezigtsstoornis gecorrigeerd vond. De vorm van zijn astigmatisme was het zamengesteld myopische. AIRY begreep, dat, wanneer hij beide vlakken concaaf cilindrisch liet slijpen, met loodregt op elkander gerigte assen, elk voor zich beantwoordende aan den graad van myopie, die in de hoofd-meridianen te corrigeren was, het doel zou bereikt zijn. Maar te regt gaf hij de voorkeur aan een negatief sphaerisch-cilindrisch glas, waarvan het concave sphaerische vlak de gemeenschappelijke myopie der beide hoofd-meridianen, het concaaf-cilindrische het nog overblijvend eenvoudig astigmatisme moest corrigeren. En, in waarheid, men behoeft nimmer bi-cilindrische glazen (met overkruising der assen), waarvan beide vlakken óf convex óf concaaf zouden zijn: altijd kunnen zij door sphaerisch-cilindrische op voordeelige wijze vervangen worden. De in Zwitserland gebruikelijke en bij de horologie-makers algemeen verspreide bi-cilindrische loupes, welker bolle vlakken, bij overkruising der assen, gelijke kromming hebben, staan in hare wer-

---

zigtslijnen is gelegd, het eene oog gesloten, het andere met een cilindrisch glas gewapend, naar een lichtpunt, zoo bemerkt men, dat de rigting, waarin het lichtpunt verlengd is, eenigzins verandert. Dit hangt af van eene draaijing van het oog om de gezichts-as. Welligt is hieruit eene methode af te leiden, om de hoeveelheid dier draaijing bij verschillende bewegingen van 't oog te bepalen (verg. de noot op bl. 32).



king nagenoeg gelijk met bi-convexe sphaerische glazen. De horologie-makers beweren, dat zij een grooter veld hebben: de waarheid is, dat het veld grooter is in de rigting der as van het naar het oog gerigte vlak, kleiner daarentegen in de tegengestelde rigting, zoodat de vorm van het duidelijke gezichtsveld een ovaal is, dat bij het omdraaijen van de loupe de bewegingen volgt. Deze loupes kunnen met periscopische sphaerische glazen te minder wedijveren, wijl daarbij de vormen der zijdelings geziene voorwerpen zich ook op eigenaardige wijze vertrokken voordoen.

Dat het astigmatisme door convexe en concave glazen zich eenigermate laat corrigeren, wanneer hunne as onder een' zekeren hoek met de gezichtslijn voor het oog gehouden wordt, was reeds aan YOUNG 1) en CARY bekend. 't Schijnt, dat anderen, vooral bij sterke graden van myopie, ook daarvan gebruik hebben gemaakt. Zoo lezen wij bij WHITE COOPER 2), dat er soms gevallen voorkomen, waarin, ten gevolge eener bijzonderheid in den vorm der brekende middelstoffen of in de gevoeligheid van het netvlies (?), de verbetering, door glazen aangebragt, belangrijk toeneemt, „by sloping them or holding them obliquely”, en dat hij hiervan een sprekend voorbeeld had gezien bij een myoop. Hij voegt er bij, dat, om aan het glas den gewenschten stand te geven, CARPENTER en WESTLEY het, in een tweeden ring gevat, in den ring van het brillenstel draaijende maakten. Dit middel tot correctie van 't astigmatisme kan echter alléén toepassing vinden, wanneer betrekkelijk sterke sphaerische glazen tot het neutraliseren der ametropie vereischt worden, en ook dan zal door cilindrische kromming van een der vlakken eene meer volkomene correctie bereikbaar zijn. Alléén bij aphakia kan men, om een' zekeren graad van astigmatisme te corrigeren, met voordeel, naar ik meen, van een' scheeven stand der glazen gebruik maken. Bijna altijd blijkt, dat, wanneer men aan 't sterk convexe glas eene zekere helling mede-

1) Zie 't citaat op bl. 18.

2) *On near Sight* etc. London 1853, p. 199.



deelt, de gezigtsscherpte verbetert, en het is, in ieder geval van aphakia, een erkend vereischte, daarop naauwlettend toe te zien.

Wij mogen niet nalaten, ten slotte, te doen opmerken, dat het astigmatisme ook langs operatieven weg zoude kunnen worden gecorrigeerd. De iriddesis, eene operatie, vooral door CRITCHETT in zwang gebragt, zou daaraan kunnen worden dienstbaar gemaakt, en wel bepaaldelijk de dubbele iriddesis, zooals zij door BOWMAN en anderen bij keratoconus is in praktijk gebragt 1). De pupil wordt hierdoor, namelijk, in eene smalle spleet veranderd; en beantwoordt de rigting dier spleet aan een' der hoofd-meridianen, dan zal zeker de van asymmetrie afhankelijke aberratie genoegzaam zijn buitengesloten. De aanwijzing dezer *dubbele* iriddesis bij keratoconus kan ik niet inzien: hier toch is niet het verschil van kromming in de onderscheidene meridianen, maar veeleer de conische kromming in elken meridiaan oorzaak der verloren gezigtsscherpte. Daarentegen bij krommingsverschil der onderscheidene meridianen, dat is bij 't regelmatig astigmatisme, zou zij ongetwijfeld aan de gezigtsscherpte zeer bevorderlijk zijn. Maar terwijl wij door cilindrische glazen de gewenschte correctie vermogen tot stand te brengen, ben ik, met het oog op het meer of min gevaarlijke der kunstbewerking en niet minder op den misstand, die er 't gevolg van is, er verre van verwijderd, de toepassing aan te bevelen.

## VIII.

### ***Nosologie en kliniek van het astigmatisme.***

Het astigmatisme is óf aangeboren óf verkregen. In verreweg de meeste gevallen is het astigmatisme aangeboren. Is het verkregen, dan is het klinisch als een andere ziektevorm

---

1) Verg. CRITCHETT en BOWMAN, in *Reports of the London Ophthalmic Hospital*, 1859 en 1860.



te beschouwen, waarover afzonderlijk te handelen is. Het eerst houden wij ons hier bezig met

I. *'t Aangeboren astigmatisme.* Deze anomalie komt menigvuldig voor. In den korten tijd van acht maanden, sedert mijne aandacht er op gevestigd en elk twijfelachtig geval behoorlijk werd onderzocht, hebben zich meer dan veertig gevallen aan mij voorgedaan. Eene voldoende statistiek ontbreekt mij nog; maar zeker is het geene overdrijving, wanneer ik beweer, dat op 40 of 50 oogen, één, tengevolge van astigmatisme, in zijne functie gestoord is.

Grenzen tusschen normaal en abnormaal astigmatisme bestaan er niet. Wanneer het den graad van  $\frac{1}{10}$  bereikt, heb ik het abnormaal genoemd, omdat de gezigtsstoornis dan van dien aard is, dat cilindrische glazen tot verbetering worden verlangd. Maar overigens is het klaar, dat de gemelde grens vrij willekeurig is. Bij veel geringere graden is de gezigtsscherpte reeds niet meer volkomen. Zoo was ik vroeger van oordeel, dat een astigmatisme van ongeveer  $\frac{1}{10}$ , gelijk aan mijne beide oogen eigen is, onder geene omstandigheden aan de duidelijkheid der beelden afbreuk deed en dus ook wel niet voor correctie vatbaar was; en toch is het mij gebleken, dat  $\frac{1}{8}$  c (de zwakste glazen, die in mijn bezit zijn), met loodregten stand der as voor mijn oog gehouden, onmiskenbaar de zuiverheid der beelden verhoogt, terwijl, omgekeerd, bij horizontalen stand der as, dezelfde glazen eene vrij belangrijke stoornis voortbrengen. Treffend is alsdan de verbetering, door toevoeging van  $\frac{1}{10}$  c, met verticale as, teweeggebragt.

De veertig gevallen, waarvan ik sprak, hadden een astigmatisme van  $\frac{1}{30}$  tot  $\frac{1}{4\frac{1}{2}}$ . Bij de meesten bedroeg het meer dan  $\frac{1}{18}$ ; bij zeer velen meer dan  $\frac{1}{10}$ .

Het astigmatisme is dikwijls erfelijk. Niet zelden lijdt een



der ouders aan hetzelfde gebrek. Maar meer nog komt het voor, dat verscheidene kinderen, uit dezelfde ouders geboren, deze anomalie vertoonen, en wel meestal in gelijken vorm; hierbij hebben wij evenzeer regt, den toestand erfelijk te noemen, als wanneer hij bij een der ouders voorkomt.

In het meerendeel gevallen zijn beide oogen aangedaan. Dikwijls echter is het eene geheel of bijna geheel verschoond gebleven. De Heer R. had op beide oogen Ah tusschen  $\frac{1}{8}$  en  $\frac{1}{7}$ ; bij zijn broeder bestond Ah =  $\frac{1}{8}$  van geheel overeenkomstigen vorm, slechts op één oog: zijn linker oog was schier volkomen vrij van astigmatisme. Opmerkelijk is het, dat, bij een dergelijk verschil tusschen de beide oogen, doorgaans het bovenste gedeelte van het aangezicht insgelijks asymmetrisch is. Ook wanneer een hooge graad van ametropie slechts aan eene zijde voorkomt, is asymmetrie der beenderen, die de oogholte begrenzen, een zeer gewoon verschijnsel. Dit hangt zamen met de eigenaardigheden in den vorm van het aangezicht bij myopen en vooral bij hypermetropen, — een belangrijk onderwerp, dat reeds geruimen tijd mij bezig hield, maar waarover ik hier niet verder mag uitweiden.

Tot dusverre zijn mij veel meer gevallen van abnormaal astigmatisme bij mannen dan bij vrouwen voorgekomen. Ik acht mij evenwel niet gerechtigd, aan te nemen, dat daarbij geen toeval zou in 't spel zijn. De toekomst moet hieromtrent beslissen.

Wat den leeftijd aangaat, het is duidelijk, dat deze geen invloed kan uitoefenen. Zoolang het accommodatie-vermogen levendig werkzaam blijft, is de gezichtsstoornis van een' matigen graad van astigmatisme minder belemmerend. Daarom melden ligte gevallen zich doorgaans eerst aan, wanneer de accommodatie-breedte (omstreeks het dertigste jaar) alreeds aanmerkelijk verminderd is, terwijl bij hooge graden van astigmatisme de stoornis reeds vroegtijdig bemerkt, en niet



zelden reeds vóór het zevende jaar de oogarts geraadpleegd wordt. Omgekeerd, wordt op hoogen leeftijd, ten gevolge van het kleiner worden der pupil, een zekere graad van astigmatisme minder storend. Bij dit alles behoudt het astigmatisme zeker ongeveer zijn' oorspronkelijken graad.

De stoornis van het zien, aan deze anomalie verbonden, is geheel eigenaardig. Zij is noch gelijk te stellen met die, welke uit gebreken van het netvlies (amblyopie), of uit verduistering der middenstoffen, noch zelfs met die, welke uit ametropie geboren wordt. Bij de gewone vormen van amblyopie is de projectie in 't gezichtsveld onzeker en niet naauwkeurig te omschrijven; bij verduisteringen doet het over 't netvlies verbreide diffuse licht een' nevel voor 't oog treden, die de tegenstelling van licht en donker der voorwerpen vermindert; bij een' brekingstoestand, die niet beantwoordt aan den afstand, waarop de voorwerpen zich bevinden, is elk punt door een' verstrooiingscirkel vertegenwoordigd, en worden, bij de onderlinge bedekking dier tallooze cirkels, de omtrekken der voorwerpen als uitgewischt. Bij astigmatisme daarentegen is, in tegenstelling met amblyopie, vooreerst de projectie in 't gezichtsveld volkomen scherp bepaald en wordt met naauwkeurigheid beschreven: zoo zal de astigmaticus, tot in de kleinste bijzonderheden, aangeven, onder welke deels zwarte, deels grijze lijnen, eene figuur, bijv. de zamengestelde romeinletter **W**, zich vertoont. Maar het netvliesbeeld zelf, door de projectie onveranderd als voor oogen gesteld, wijkt in vorm en in lichtverdeeling zoo veel af van het voorwerp, dat hij niet in staat is, dit daaruit te herkennen, 't allerminst, wanneer van onderscheidene aan elkander grenzende voorwerpen de beelden elkander bedekken, en de zamenstellende lijnen, in allerlei rigtingen en verschillende graden van duidelijkheid, elkander overkruisen. Klaarblijkelijk speelt ook het onregelmatig astigmatisme hierbij eene groote rol:



het geeft aanleiding, dat in den meridiaan, waarin de refractie het meest afwijkt van den vereischten accommodatie-toestand, dubbelbeelden ontstaan, die de verwarring nog uitermate kunnen vergrooten. Zeer begrijpelijk nu is het, hoe bij 't streven, om uit de afwisselende beelden, die bij schommeling der accommodatie te voorschijn treden, al zoekende en combinerende, den vorm der voorwerpen te raden, weldra eene psychische vermoeidheid geboren wordt, waarmede, onder sommige omstandigheden, als gevolg van de bovenmatige inspanning der accommodatie, verschijnselen van asthenopie zich verbinden. Geen wonder dus, dat astigmatici, bij de correctie hunner anomalie, zich zoo uitermate gelukkig gevoelen, en dit levendiger nog aan den dag leggen dan gewone ametropen.

Vroeger werd aangetoond, dat het regelmatig aangeboren astigmatisme in den regel zijnen grond vindt in eene asymmetrie der cornea, terwijl de gevallen, waarin de lens de hoofdrol speelt, tot de zeldzaamste uitzonderingen behooren.

A. Van het *aangeboren regelmatig astigmatisme der cornea* nu hebben wij, uit het oogpunt der refractie in de beide hoofd-meridianen, drie vormen onderscheiden (verg. bl. 47): het myopische, het hypermetropische en het gemengde. Elk van deze heeft zijne eigenaardigheden, die het best zullen aan het licht treden, wanneer wij, na eene korte inleiding, van elken vorm een of meer gevallen beschrijven.

1. *Myopisch astigmatisme*. Hiervan hebben wij twee vormen leeren kennen: *a.* het eenvoudig myopisch astigmatisme  $Am$ , wanneer emmetropie in den eenen hoofd-meridiaan zich verbindt met myopie in den anderen; *b.* het zamengesteld myopisch astigmatisme,  $M + Am$ , wanneer in beide hoofd-meridianen myopie, en wel in verschillenden graad, aanwezig is. Tot dezen laatsten vorm behoort, onder anderen, het geval van AIRY.

Aanvankelijk vermoedde ik, dat myopisch astigmatisme slechts bij uitzondering voorkomt. De eerste gevallen, die



ik zag, behoorden allen tot den hypermetropischen vorm, enkele tot den gemengden. Later veranderde zich de verhouding, en thans meen ik te mogen vaststellen, dat, op acht gevallen van astigmatisme, nagenoeg één tot den myopischen vorm behoort. In den regel echter is het slechts

*a. Enkelvoudig myopisch astigmatisme.* Volstrekte emmetropie in een der hoofd-meridianen is eene voorwaarde, die men niet ligt vervuld vindt. Streng genomen, komen dus naauwelijks gevallen voor van *enkelvoudig* myopisch astigmatisme.

Maar zal men, bij 't geringste spoor van myopie in den tweeden meridiaan, de anomalie als zamengesteld myopisch, bij 't geringste spoor van hypermetropie, als zamengesteld hypermetropisch opvatten? 't Zou, dunkt mij, onpractisch zijn. Aan 't begrip van eenvoudig astigmatisme moet eene zekere speelruimte worden toegekend.  $M = \frac{1}{80}$  behoeft in 't algemeen geene correctie, en bij jeugdige individuen  $H = \frac{1}{80}$  evenmin: een eenvoudige cilindrisch glas blijft dan allezins voldoende. Alléén zal het blijken, dat, naarmate correctie door het eenvoudig cilinder glas een weinig H of M achterliet, bij 't afnemen der accommodatie, respect. vroeger of later dan gewoonlijk, de combinatie met een convex sphaerisch vlak tot zien in de nabijheid zal vereischt worden.

Geval I. *Eenvoudig myopisch astigmatisme.* De Heer O., student in de godgeleerdheid, thans 21 jaren oud, consulteerde mij, drie jaren geleden. Ik diagnosticeerde myopie ongeveer  $= \frac{1}{16}$ , gecompliceerd met amblyopie. De graad der myopie was intusschen niet scherp te bepalen, wegens de verminderde gezigtsscherpte. Deze, namelijk, bedroeg naauwelijks  $\frac{1}{2}$ , zoodat de lijder een' gewonen druk alléén op geringen afstand kon onderscheiden, waarbij de bestaande myopie hem zeer te stade kwam.

Hij had groote uitpuilende oogen, heldere middenstoffen, slechts een spoor van atrophie der vliezen, aan de buitenzijde van 't ge-



zigtszenuwvlak, — overigens was dit vlak rooder dan normaal, zonder rooder te zijn, dan jeugdige myopen, die veel lezen en schrijven, het plegen te vertoonen. Hij meende wel, dat zijn gezichtsvermogen in den laatsten tijd was afgenomen; maar hij had toch nimmer gemakkelijk gezien, en, vooral des avonds, zich nooit lang achtereen met werk in de nabijheid kunnen bezig houden.

Bij myopen is eene dergelijke stoornis zeer gewoon. Zij heeft zich dan echter doorgaans op een' bepaalden tijd ontwikkeld en wel als gevolg van voortgezette arbeid bij voorovergebogen houding, terwijl te voren 't gezichtsvermogen allezins voldoende was. Ik twijfelde daarom, of in dit geval de grond der amblyopie daarin wel moest gezocht worden, en te vergeefs dan ook werden afleidende middelen, bloedzuiger van HEURTELOUP, koude douche op de oogen, enz. aangewend. Geene verbetering bespeurende, staakte de lijder zijne bezoeken.

Vóór eenige weken meldde hij zich op nieuw aan. Zijn gezichtsvermogen, zoo verklaarde hij, liet zooveel te wenschen over, dat hij vreesde, zijne studiën niet te zullen kunnen voortzetten. Hij wenschte, alvorens tot een besluit te komen, mij nog eens te raadplegen. De oude aantekeningen werden nageslagen. Ik vermoedde terstond, dat astigmatisme, vroeger door mij voorbijgezien, hier zou in 't spel zijn.

Bij gunstig licht zag hij met beide oogen, en met elk oog afzonderlijk, N<sup>o</sup>. I op den afstand van  $2\frac{1}{2}$ " tot 3". Op grooten afstand was voor 't regter oog de gezigtsscherpte  $= \frac{1}{4}$ , die van 't linker  $= \frac{1}{8}$ . Negatieve glazen verbeterden, maar betrekkelijk weinig: en toch werd aan een sterk glas, en wel aan  $-\frac{1}{10}$ , de voorkeur gegeven, waarmede de gezigtsscherpte tot  $\frac{2}{3}$  steeg. 't Bestaan van astigmatisme was hiermede reeds waarschijnlijk geworden.

Wij gingen dus over tot de proef met het lichtpunt (verg. bl. 45). 't Regter oog zag het lichtpunt als eene bijna 30° naar buiten overhellende lijn /, en, met  $\frac{1}{10}$  gewapend, scheen die lijn nog langer en smaller, met  $\frac{1}{10}$  en met  $\frac{1}{10}$  daarentegen tevens breeder en met nevenlijnen gecompliceerd. Met  $-\frac{1}{10}$  tot  $-\frac{1}{15}$  was het beeld bijna rond, met  $-\frac{1}{8}$  uitgebreid in eene rigting, loodregt op



de primitieve. Het was intusschen vrij veranderlijk, zoodat het glas, waarmede het smalste liggende beeld verkregen wordt, moeilijk te bepalen was, te moeilijker, wijl dit beeld geene zuivere lijn, maar eene in liggende rigting uitgerekte, vrij zamengestelde figuur was. Nu werd het oog met  $\frac{1}{10}$  gewapend en afwisselend een negatief glas voor het positieve geschoven, waarbij dan de tegengestelde rigtingen een kruis vormden, dat, wanneer het negatieve glas  $\frac{1}{6\frac{1}{2}}$  was, uit de smalste lijnen bestond.

Hiermede was de rigting der beide hoofd-meridianen bekend geworden. Door eene spleet,  $1\frac{3}{4}$  mm. breed, in de rigting van den liggenden hoofd-meridiaan gehouden, steeg de gezigtsscherpte tot  $\frac{1}{3}$ ; voor de spleet gehoudene positieve en negatieve glazen bragten geene verdere verbetering aan. Dezelfde spleet, voor den staanden hoofd-meridiaan gehouden, gaf geen wezenlijk voordeel; bij toevoeging van  $-\frac{1}{10}$  steeg de gezigtsscherpte tot  $\frac{1}{3}$ . Wat het lezen in de nabijheid aangaat, dit verbeterde slechts weinig bij 't zien door de liggende spleet, daarentegen zeer aanzienlijk bij 't zien door de staande.

Een glas van  $\frac{1}{10}$  c, de as van het vlak in de rigting van den staanden meridiaan gehouden, deed N<sup>o</sup>. I bijna op den dubbelen afstand,  $\frac{1}{11}$  c en  $\frac{1}{9}$  c op meer dan den dubbelen afstand met gemak lezen; daarentegen, wanneer de as der cilindrische vlakken met den liggenden hoofd-meridiaan zamenviel, kon zelfs N<sup>o</sup>. IX niet meer ontcijferd worden. Op afstand werd  $-\frac{1}{10}$  c, de as met den liggenden hoofd-meridiaan zamenvallende, voortreffelijk gevonden: de gezigtsscherpte steeg daarbij, onder gunstige omstandigheden, nagenoeg tot  $\frac{3}{4}$ . De lijder had tot dusverre nimmer eene voorstelling gehad wat scherp zien was, en gevoelde zich uitermate gelukkig.

Zwarte lijnen,  $30^\circ$  naar buiten overhellende, werden op afstand zonder glazen vrij scherp gezien, terwijl lijnen, loodregt op deze gericht, naauwelijks als lijnen herkend werden. Toen een glas van  $-\frac{1}{10}$  voor het oog werd gehouden, werd de grootste scherpte der laatste verkregen, en konden de eersten slechts bij inspanning der accommodatie vrij voldoende worden waargenomen.



De tijd ontbrak, om de krommingsstralen van het hoornvlies te meten. Dat in dit vlies asymmetrie bestond, kon intusschen reeds uit den vorm van het spiegelbeeld van een  $30^\circ$  hellend vierkant vlak worden opgemaakt.

De atrophie der vliezen, aan de buitenzijde van 't gezichtszenuwvlak waar te nemen, is sedert het eerste onderzoek toegenomen. De netvliësvaten, verloopende in de rigting van den staanden hoofdmeridiaan, worden in 't regtstandig beeld door een emmetropisch oog scherp herkend; om de in de rigting van den liggenden meridiaan verloopende in 't regtstandig beeld te zien, wordt een negatief glas van ongeveer  $-\frac{1}{10}$  vereischt. In 't omgekeerde beeld was het verschil in afstand der verschillend gerigte bloedvaten moeilijk te constateren.

Het *linker* oog biedt eene merkwaardige overeenkomst aan met het regter. Ook hier bestaat  $A_m$  ongeveer  $= \frac{1}{10}$  en helt de staande hoofdmeridiaan ongeveer  $30^\circ$  naar buiten over  $\backslash$ . Eene nadere beschrijving schijnt daarom geheel overbodig.

*Epicrisis.* Het hier beschreven geval is een van de duizenden, waarin astigmatisme als amblyopie beschouwd en als zoodanig behandeld werd. Was de doellooze en ingrijpende behandeling slechts kwellend voor den lijder, zijne vreugde, toen hij door geschikte glazen zijn gezichtsvermogen op alle afstanden verbeterd zag, was onbeschrijflijk groot. Hij was gewoon, ook grooter schrift altijd op zeer geringen afstand van het oog te houden, eensdeels om door het zien onder een' grooteren hoek aan zijne mindere gezigtsscherpte te gemoet te komen, anderendeels, om, als geassocieerde beweging, bij de convergentie en de inspanning der accommodatie, zijne pupil te vernauwen en daardoor de verstrooiingsbeelden te verkleinen. Van deze tot betere onderscheiding vereischte bovenmatige inspanning der accommodatie zijn de verschijnselen van asthenopie afhankelijk, die men bij astigmatici pleegt waar te nemen. Welligt is de na correctie van 't astigmatisme overblijvende amblyopie insgelijks een gevolg van die bovenmatige inspanning, welke met de voor 't oog zoo nadeelige sterk voorover gebogene houding gepaard ging. — Men zal hebben op-



gemerkt, dat de lijder met vrij sterke negatieve sphaerische glazen op afstand beter zag: ook dit schijnt dááaraan toe te schrijven, dat de bij 't gebruik dier glazen vereischte inspanning der accommodatie tot vernaauwing der pupil, en alzoo tot verkleining der verstrooiingsbeelden, aanleiding gaf.

Wij hebben den lijder voorloopig slechts glazen van  $-\frac{1}{10} c$  voorgeschreven, waarmede hij, ook in de nabijheid, voldoende zag. Zijne accommodatie-breedte bedroeg nagenoeg  $\frac{1}{4}$ , en aangezien hij zich gewend had, zijn accommodatie-vermogen sterk in te spannen, kan het niet bevreemden, dat hij aanvankelijk voor lees- en schrijfwerk geen' anderen bril verlangde. Intusschen is het te voorzien, dat weldra die bovenmatige inspanning der accommodatie zal hebben opgehouden, en levert voortgezette arbeid dan eenig bezwaar op, zoo stel ik mij voor, hem bi-cilindrische glazen voor te schrijven van

$$\frac{1}{38} c \text{ — } -\frac{1}{14} c,$$

waardoor het astigmatisme gecorrigeerd, en eene geringe myopie in alle meridianen zal zijn voortgebragt. Mogt de gezigtsscherpte volkomen worden, waarop, nu verder geene bovenmatige inspanning in voorover gebogene houding zal gevegd worden, wel eenig uitzigt bestaat, dan zal hij deze laatste glazen eerst op meer gevorderden leeftijd behoeven.

*b. Zamengesteld myopisch astigmatisme, M + Am.* Van zamengesteld myopisch astigmatisme heb ik slechts vier gevallen gezien. Zij treden op onder den vorm van myopie, gecompliceerd met amblyopie. Deze zijn gemakkelijk te herkennen naar de methode van AIRY. Dit verklaart ons, waarom deze vorm, in weêrwil van zijne zeldzaamheid, het eerst werd ontdekt. Betrekkelijk zien deze oogen in de nabijheid veel beter dan op afstand; en door sphaerische negatieve glazen, die de myopie in den hoofd-meridiaan van grootste kromming corrigeren, wordt, vooral bij jeugdige personen, de gezigtsscherpte op afstand verbeterd. Volkomene gezigtsscherpte op afstand wordt echter eerst verkregen door



negatieve sphaerisch-cilindrische glazen, terwijl voor het zien in de nabijheid, wanneer, zooals in drie der door mij waargenomene gevallen, in den hoofdmeridiaan van zwakste kromming de myopie gering is, eenvoudige negatieve cilindrische glazen in den regel het best voldoen.

Geval II. *Zamengesteld myopisch astigmatisme*. Onder het afdrukken komt mij een geval voor, merkwaardig genoeg, om het hier in te lasschen. Mevrouw F., van de jeugd af aan bijziende en missende op beide oogen voldoende gezigtsscherpte, klaagde sedert jaren over nu en dan terugkeerende flikkeringen voor 't regter oog, gevolgd door eene snel voorbijgaande stoornis in 't zien. Vóór ongeveer  $\frac{1}{2}$  jaar deden deze flikkeringen zich op nieuw op, maar nu was de gezichtsstoornis blijvend. Aanvanke-lijk bestond een vrij groot scotoma, waardoor de gele vlek was ingenomen, terwijl voorts de bovenste helft van 't gezigtsveld over 't algemeen zich flauwer voordeed. Na talrijke kleine wijzigingen in den vorm, gedurende de eerste weken na 't ontstaan, is ten slotte een klein, omschreven scotoma overgebleven, gedeeltelijk absoluut, gedeeltelijk relatief ongevoelig, met scherpe omschrijving te projiciëren schier onmiddellijk boven het punt van direct zien; ook is in de hogere gedeelten van 't gezigtsveld een geringe graad van torpor nagebleven. Het oog leest intusschen, maar niet zonder moeite, terwijl de regel boven den gelezenen grootendeels onzichtbaar is.

Het ophthalmoscopisch onderzoek is negatief. Zeker is in het aan 't scotoma beantwoordend gedeelte van 't netvlies (grenzende onder aan de gele vlek) niets afwijkends te zien, en of het gladde, glinsterende aanzien van een deel van 't gezigtzenuw-vlak als atrophie mag worden opgevat, is minstens zeer twijfelachtig.

Het linker oog geeft ongeveer  $M = \frac{1}{11}$  aan, maar heeft daarbij eene gezigtsscherpte van slechts  $\frac{1}{3}$ . Ophthalmoscopisch wordt geene afwijking gevonden. Astigmatisme vooronderstellende, draaide ik, terwijl het oog met  $-\frac{1}{2}$  gewapend was,  $\frac{1}{4}$  c voor het oog rond, en daarbij stijgt bij horizontalen stand der as, de gezigtsscherpte



onmiddellijk tot  $\frac{2}{3}$ , om bij loodregten stand beneden  $\frac{1}{10}$  te dalen. De proef met het lichtpunt gaf, bij toevoeging van een zwak positief glas, eene uitrekking in de breedte; door een negatief glas van  $-\frac{1}{7}$  of meer, naauwelijks eenige uitrekking in de lengte. Er bestaat veel onregelmatig astigmatisme.

Met behulp der stenopaeische spleet, werd gevonden:

$$\text{in v, } M = \frac{1}{14.5}$$

$$\text{in w, } M = \frac{1}{9}$$

aantoonende een astigmatisme van  $(\frac{1}{9} - \frac{1}{14.5})$  ongeveer  $\frac{1}{24}$ .

Op afstand worden horizontale strepen beter gezien dan verticale; met  $-\frac{1}{14}$  zijn de horizontale volkomen scherp, en tevens de verticale duidelijker geworden, om evenwel eerst met  $-\frac{1}{9}$  hare volle duidelijkheid te bereiken.

Zonder glazen wordt N<sup>o</sup>. I op den afstand van bijna 5" herkend. Met  $\frac{1}{14}$  c, de as horizontaal gerigt, waarbij in alle meridianen  $M = \frac{1}{9}$ , wordt N<sup>o</sup>. 1 op 8" gelezen: zeer treffend is de meerdere scherpte; patiente onderscheidt met nadruk het eenvoudig herkennen en het scherp zien van vormen. Het regter oog blijkt door denzelfden vorm en genoegzaam door denzelfden graad van As te zijn aangetast. — Voor beide oogen worden voorgeschreven:

$-\frac{1}{15}$  s  $\ominus$   $-\frac{1}{14}$  c, als lorgnet-glas voor 't zien op afstand, waarbij  $R = \infty$ ,

$\frac{1}{14}$  c, waarbij R op 9" komt, — zeer geschikt, om fijne voorwerpen scherp te zien,

$-\frac{1}{15}$  s  $\ominus$   $-\frac{1}{14}$  c, waarbij R op  $4\frac{1}{2}$  voet komt te liggen; dit glas, bestemd, om 't model te zien, waarnaar geschilderd wordt, zou, des verkiezende, als bril mogen gedragen worden.

Ik zal voorts een glas doen slijpen, waarbij het cilindrische vlak  $-\frac{1}{14}$  vertegenwoordigt, het sphaerische vlak twee brandpunten heeft (verres à double foyer), namelijk, in zijn bovenste gedeelte als  $-\frac{1}{15}$ , in zijn onderste als  $\frac{1}{\infty}$  of als  $-\frac{1}{10}$  werkt. Hiermede zal het astigmatisme zijn opgeheven, en het verste punt, door 't bovenste gedeelte van 't glas gezien, op  $4\frac{1}{2}$  voet, door 't onderste gedeelte, resp. op 15" of op 20" gebragt zijn.



Epicrisis. Boven (bl. 60) merkte ik op, dat, in al de door mij waargenomen gevallen van abnormaal astigmatisme, zonder uitzondering, de hoofdmeridiaan van krommingsmaximum tot den verticalen stand naderde. In 't hier beschreven geval vinden wij de bevestiging van den regel: dat geen regel is zonder uitzondering. Hier valt werkelijk, even als bij YOUNG, het krommings-maximum nagenoeg met den horizontalen meridiaan zamen, het krommings-minimum met den verticalen. Onze patiente was zich niet bewust geweest, minder scherp te zien dan anderen. 't Is mij daarom waarschijnlijk geworden, dat ook YOUNG, wiens astigmatisme ongeveer denzelfden graad had, ten onregte zich eene volkomene gezigtsscherpte toeschreef; en wilde men vele zijner scherpe waarnemingen als bewijzen van het tegendeel aanvoeren, dan stel ik daartegenover, dat onze patiente zeer verdienstelijk teekende en schilderde. Dit schijnbare raadsel is wel op te lossen. Myopen zijn gewoon, ten einde scherper te zien, de oogen bijna dicht te knijpen: de smalle ooglidspleet verkleint de verstrooiingscirkels alvast in de verticale afmeting. Is daarbij nog astigmatisme aanwezig, dan werkt eene smalle oogspleet dubbel voordelig, doordien ze slechts de stralen laat binnentreden, die in meridianen vallen van nagenoeg gelijken krommingsstraal. Hieruit volgt, dat, terwijl gewone myopen van 't vernauwen hunner oogspleet alléén voordeel hebben, wanneer het te doen is om 't zien van verwijderde voorwerpen, buiten den afstand van duidelijk zien gelegen, astigmatici hierdoor hun gezichtsvermogen ook in de nabijheid verbeterd zien. Eene zeer smalle spleet neemt de van astigmatisme afhankelijke stoornis schier geheel weg, en de gezigtsscherpte zou daarbij nagenoeg volkomen worden, zoo niet de nadeelen van diffractie en lichtsvermindering in de plaats traden. Onze patiente maakte dan ook trouw gebruik van 't versmallen der oogspleet, zelfs bij 't zien in de nabijheid, en het is de vraag, of ook YOUNG dat niet gedaan heeft. Intusschen roemde zij met ingenomenheid het voordeel, door een cilinder-glas verkregen. Kleine portretten vooral werden daarmee veel scherper gezien, en door een cilindrisch glas voor 't oog te houden, kunnen niet astigmatici zich



dan ook overtuigen, hoe spoedig de scherpste van een portret daaronder lijdt.

Het versmallen der ooglidspleet, zoo algemeen bij myopie, is aan astigmatisme in 't algemeen niet eigen. Bepaaldelijk ontbreekt het meestal bij 't hypermetropisch astigmatisme. Dit nu schijnt dáárin zijne verklaring te vinden, dat hierbij in den horizontalen meridiaan een hooge graad van hypermetropie bestaat, die, niet overwonnen door de accommodatie, sterke verstrooiing in deze rigting overlaat en dus geen voordeel geeft. Konden de oogleden eene verticale spleet overlaten, de hypermetropische astigmatiци zouden daarvan ongetwijfeld hebben gebruik gemaakt.

Het scotoma, op 't regter oog aanwezig, staat in geen verband hoegenaamd met het astigmatisme.

Omtrent de voorgeschreven glazen blijft ook weinig meer op te merken: slechts een enkel woord, in betrekking tot de glazen à double foyer. Bij oude lieden, met hypermetropia acquisita, heb ik ze dikwijls met veel voordeel toegepast, bijv. positieve glazen van  $\frac{1}{30}$  in het bovenste, van  $\frac{1}{10}$  tot  $\frac{1}{8}$  in 't onderste gedeelte. Voorts bij schilders, die door 't bovenste gedeelte  $R = \infty$ , door 't onderste  $= 24''$  tot  $12''$  verlangden en ook werkelijk behoefden. Onze patiente gebruikte  $-\frac{1}{14}$ , om op afstand te zien, en schilderde, terwijl ze over den bril heen zag. Daarbij de oogspleet vernauwende, had ze haar verste punt op slechts  $9''$ . Die afstand, van de eene zijde, te klein, vergoedde, van de andere zijde, het gemis aan gezigtsscherpte. Ik heb gemeend, nu eenmaal de gewoonte bestond, op zoo korten afstand te schilderen, het verste punt niet verder dan op  $15''$  of  $20''$  te mogen brengen. Tot dus verre had ik nog nimmer een cilindrisch vlak met een sphaerisch à double foyer vereenigd. 't Kan echter, dunkt mij, geen bezwaar opleveren.

## 2. *Hypermetropisch astigmatisme.*

De meeste gevallen van abnormaal astigmatisme behooren tot den hypermetropischen vorm. In 't algemeen leerde de ervaring, dat bij hypermetropische oogen, ook wanneer het



astigmatisme binnen de grenzen van 't normale blijft, de asymmetrie grooter is dan bij myopische en emmetropische; en het kan daarom niet bevreemden, dat juist die oogen ook het meest aan abnormaal, en wel aan de hoogste graden van astigmatisme zijn onderworpen. Zeker komt men de waarheid tamelijk nabij, wanneer men aanneemt, dat, op zes hypermetropische oogen, één aan abnormaal astigmatisme lijdt, en dat de met hypermetropie zoo vaak verbundene onvolkomene gezigtsscherpte in de helft der gevallen voor een groot deel aan astigmatisme is toe te schrijven.

Het meerendeel der gevallen behoort tot het *enkelvoudige* hypermetropisch astigmatisme. Terwijl, namelijk, in den liggenden meridiaan de hypermetropie aanzienlijk is (van  $\frac{1}{30}$  tot  $\frac{1}{6}$  en meer), vindt men in den staanden zoo niet emmetropie, dan toch zoo geringe graden van myopie of hypermetropie, dat de grenzen van 't enkelvoudig hypermetropisch astigmatisme niet worden overschreden. Intusschen hebben wij ook talrijke gevallen gezien van zamengesteld hypermetropisch astigmatisme, tot zelfs met H  $\frac{1}{7}$  in den hoofdmeridiaan van sterkste (bij H  $\frac{1}{5}$  in dien van zwakste) kromming. — Bij jeugdige personen komt de hypermetropie in den meridiaan van krommings-maximum dikwijls eerst bij kunstmatige paralyse der accommodatie te voorschijn.

Wat den vorm van 't oog aangaat, brengen wij in herinnering, dat bij 't hypermetropisch astigmatisme de radius  $\rho^o$  der cornea in den horizontalen meridiaan vaak buitengewoon groot is. Voorts kan men zich, bij uitgestrekte bewegingen van 't oog, meermalen overtuigen, dat de gezigtsas kort en dat de verticale as kleiner is dan de horizontale.

Het gezichtsvermogen kenmerkt den toestand als H, met verminderde gezigtsscherpte. Daarmede is een hooge graad van asthenopie verbonden. Voor een' korten tijd kan een groote druk nog gelezen worden, maar weldra treedt ver-



moeijenis in, somtijds zelfs pijn. Een der lijdens (met  $Ah = \frac{1}{8}$ ), oud 26 jaren, teekende het volgende op: „Mijn „beroep is kantoorbediende. De eerste poging tot arbeid was „mij 't pijnlijkst. Daarop volgde spoedig schemering, zoodat „ik mij het best bevond, mijne oogen toe te drukken en „eenigen tijd gesloten te houden. Daarna ging het werk „wat beter; het was mij echter niet mogelijk, den geheelen „voormiddag door te werken; telkens moest ik afbreken. „Aan 't eind waren mijne oogen pijnlijk, en het best bevond „ik mij, met alsdan in de frissche lucht buiten de zon een „geruimen tijd te wandelen. Des avonds, bij gaslicht, ging „het werk aanvankelijk vrij goed, maar weldra kwam er eene „roode schemering. Dan moest ik telkens mijn werk afbreken, en met vermoeide en pijnlijke oogen keerde ik huiswaarts.” Hij ontving  $\frac{1}{8}$  e, om te werken en te dragen. Daarop deelde hij mij mede: „Bij 't gebruik van den bril „ondervond ik reeds den eersten dag eene ongeloofelijke verbetering (zijne gezigtsscherpte was trouwens van  $\frac{2}{7}$  op  $\frac{3}{4}$  „gebragt). Des morgens ondervond ik geene pijnlijke aan- „doening, en was het mij gemakkelijk, den geheelen morgen „onafgebroken te arbeiden. Ik zag alles oneindig scherper. „Bij den avond ondervond ik van 't licht niet de minste „hindernis. — In de open lucht is, wanneer ik zonder bril „ga, ook alle pijnlijkheid opgeheven. Vroeger beproefde brillen (gewone sphaerische) hadden mij niets geholpen.”

Bij 't hypermetropisch astigmatisme wordt door positieve glazen het zien op afstand verbeterd, vooral bij den zamengestelden vorm; maar ook zelfs wanneer de accommodatie door een mydriaticum is opgeheven, blijkt het onmogelijk te zijn, den graad van H juist te bepalen. Deze omstandigheid doet reeds astigmatisme vermoeden. Overigens worden horizontale strepen op afstand duidelijker gezien dan verticale. Sommigen hebben dit uit zich zelve reeds opgemerkt;



enkelen zelfs deelen het, ongevraagd, mede. Te dezen opzichte hebben wij hier dus juist het tegendeel van hetgeen men bij myopisch astigmatisme opmerkt: daarbij zijn alléén de verticale lijnen op afstand duidelijk. Vooral bij de enkelvoudige vormen Am en Ah komt deze tegenstelling sterk aan den dag. Door een sphaerisch negatief glas kan men Am in Ah en door een positief Ah in Am veranderen, waarbij dan op eenmaal de rigting der duidelijk geziene strepen zich omkeert.

a. *Enkelvoudig hypermetropisch astigmatisme.* Een geval nam ik waar van

Geval III. *Am op 't regter, Ah op 't linker oog.* De Heer R. M., Burgemeester te O., 38 jaren oud, kon in vroegere jaren, bij tusschenpoozen, lezen en schrijven, hoezeer niet dan met groote inspanning. In den laatsten tijd is hem dit schier ondoenlijk geworden. Te vergeefs trachtte hij door brillen hierin te voorzien. Zeer sterk licht komt hem nog het meest te hulp. Het linker oog heeft op afstand eene gezigtsscherpte van  $\frac{1}{3}$ , het regter van  $\frac{1}{3}$ . Uitdrukkelijk geeft hij aan, dat het linker op afstand dubbel ziet, en dat de strepen van naast elkander staande letters elkander bedekken. Ik dacht terstond aan astigmatisme. Met  $\frac{1}{18}$  c, voor dit oog rond gedraaid, wordt bij horizontalen stand der as de gezigtsscherpte tot  $\frac{1}{18}$  verminderd, bij verticalen tot volkomenheid = 1 gebragt. Hetzelfde glas geeft geene verbetering hoegenaamd voor 't regter oog: hoe het glas gedraaid worde, alles blijft op afstand onduidelijk. En toch kon juist met dit oog beter gelezen worden. Dat op 't linker oog ongeveer  $\frac{1}{18}$  Ah bestond, was door bovenstaande proef uitgemaakt; wat aan 't regter ontbrak, was nog onduidelijk. Strepen op afstand fixerende, verklaarde hij, met het linker oog de horizontale duidelijk te zien; maar nu ontdekte hij tevens, dat hij met het regter oog de verticale nagenoeg scherp zag, daarentegen van de horizontale weinig of niets kon onderscheiden. Ik begreep nu, dat op 't regter oog Am zou bestaan en met  $-\frac{1}{18}$  c, de as horizontaal gehouden, zag hij met



dit oog op afstand nagenoeg scherp. Daaruit volgde tevens, dat hij met  $\frac{1}{18}$  c, bij verticalen stand der as, voortreffelijk zou kunnen lezen, en werkelijk werd N<sup>o</sup>. I daarmee op 1 voet afstand gezien: de gezigtsscherpte was volkomen. Hij deelde mij nu ook mede, dat het ongewapend oog de voorwerpen met het linker oog kleiner zag, dan met het regter, en bij naauwkeurige beschouwing was het niet te miskennen, dat het eerstgenoemde dieper lag.

Hiermede was mij, langs een' ongewonen weg, de toestand der beide oogen reeds terstond genoegzaam klaar geworden. Intusschen werd het systematisch onderzoek niet verzuimd. Het lichtpunt zag het regter oog als staande, het linker als liggende streep; door  $-\frac{1}{18}$  werd de eerste in eene liggende, door  $\frac{1}{18}$  de laatste in eene staande veranderd: de hoofd-meridianen weken niet merkbaar van het horizontale en verticale vlak af. Door eene  $1\frac{3}{4}$  mm. breede spleet, in verticale rigting gehouden, had het linker oog op afstand  $S = \frac{1}{2}$ , door glazen van  $\frac{1}{80}$  nog iets te verbeteren; het regter slechts  $\frac{1}{3}$ , door  $-\frac{1}{18}$  stijgende tot  $\frac{2}{3}$ . In de nabijheid, daarentegen, las het regter zeer gemakkelijk door de verticaal gehoudene spleet, het linker moeilijk. Door eene horizontale spleet had het regter oog op afstand eene gezigtsscherpte van  $\frac{2}{3}$ , die door glazen niet te verbeteren was; het linker zag daarbij op afstand zeer onvolkomen en eischte glazen van  $\frac{1}{18}$  tot  $\frac{1}{13}$ . Dat het linker door de horizontale spleet bijna in 't geheel niet, het regter slechts onvolkomen lezen kan, is met al het bovenstaande in overeenstemming.

Uit een en ander werd nu afgeleid:

$$\begin{aligned} \text{O. D. in v, } M &= \frac{1}{18} \\ &\text{in H, E} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{O. S. in v, H} &= \frac{1}{80} \\ &\text{in H, H} = \frac{1}{14}. \end{aligned}$$

Op 't regter oog was dus Am  $\frac{1}{18}$ , zonder complicatie. Op 't linker eigenlijk Ah  $= \frac{1}{14} - \frac{1}{80} = \frac{1}{17}$ .

Met  $\frac{1}{17}$  c links en  $-\frac{1}{18}$  c regts werd op afstand goed gezien, en een bril, voorzien met deze glazen, werd met veel voldoening gedragen. Dezelfde bril was bij 't lezen geheel onvoldoende. Het bleek, dat er slechts geringe accommodatie bestond. Daarom



werd noodig geoordeeld, bij werk in de nabijheid, het verste punt R op 18 tot 20" te brengen. Dit geschiedde, door voor 't regter oog een eenvoudig cilindrisch glas van  $\frac{1}{18} c$ , voor 't linker oog een sphaerisch-cilindrisch

$$\frac{1}{10} s \subset \frac{1}{18} c$$

te brengen.

*Epicrisis.* 't Bovenstaande geval moge leeren, hoe men soms langs een' meer directen weg dan door het stelselmatig onderzoek tot kennis van het astigmatisme geraken kan. Ook het onderzoek met den oogspiegel had onmiddellijk er toe kunnen leiden: bij ontspanning der accommodatie zag ik in 't linker oog alléén de horizontale, in 't regter alléén de verticale vaten scherp. Intuschen is het, zoolang men niet vele astigmatiei onderzocht heeft, tot besparing van tijd, beter, zich aan de gegeven regelen te houden. Alléén toch, in gevallen, waarbij in een der meridianen volkomene emmetropie bestaat, kan het beproeven met cilindrische glazen sneller tot het doel leiden; maar die gevallen behooren tot de uitzonderingen.

Bij een later bezoek van dezen lijder liet ik hem, door donker violette glazen, naar eene vierkante verlichte opening zien (verg. bl. 35). Wat ik verwachtte, geschiedde: met het regter oog zag hij de bovenranden blaauw, met het linker de buitenranden rood; en hem glazen van  $-\frac{1}{30}$  voor de oogen houdende, waren voor 't regter oog de bovenranden blaauw, de buitenranden rood, en voor 't linker oog beide juist omgekeerd.

Boven werd reeds opgemerkt, dat het linker oog de voorwerpen kleiner zag, dan 't regter. Dit is niet van 't astigmatisme afhankelijk. 't Astigmatisme bragt voort, dat de verticale afmetingen der voorwerpen op beide oogen zich grooter moesten vertoonen (verg. bl. 33), en dit was ook werkelijk 't geval. Daarentegen, dat de voorwerpen voor 't regter oog schijnbaar grooter waren, dan voor 't linker, was het gevolg van de langere gezigtsas op 't eerste oog. In beide had de cornea gelijken vorm, hoogst waarschijnlijk ook de lens, en als éénig verschil tusschen de beide oogen bleef dus 't verschil in lengte der gezigtsas over. Bij dit



verschil nu ligt het tweede knooppunt op 't regter oog verder van 't netvlies dan op 't linker, en zijn de netvliesbeelden op 't eerste dus grooter. Gaat er nu geene uitrekking van 't netvlies meê gepaard (atrofie der vliezen werd met den oogspiegel niet gezien), dan wordt het grooter netvliesbeeld ook grooter geprojecteerd

Hiermede is 't verschil in grootte, waaronder de voorwerpen zich voor de beide oogen vertoonden, verklaard. Bij de correctie door glazen verandert de grootte der voorwerpen: door positieve treedt het knooppunt naar voren, door negatieve naar achteren. Bijna altijd zal men vinden, dat, bij ongelijkheid der oogen, het verleggen van R op gelijken afstand voor beide, eene omkeering in de grootte der beelden voortbrengt: het oog, dat de sterkste negatieve of de zwakste positieve glazen noodig had, ziet nu de voorwerpen het kleinst. Is het verschil groot, dan kan het storend worden en dikwijls moet dit, ten koste der duidelijkheid van 't zien op één der oogen, worden vermeden. Door de glazen zeer dicht voor 't oog te plaatsen en door wel berekende kromming van de beide vlakken der glazen, waardoor hunne knooppunten, bij gelijken brandpuntsafstand, eene andere ligging verkrijgen, kan men hieraan dan nog gedeeltelijk te gemoet komen.

In het geval, dat ons bezig houdt, werd door de cilindrische glazen, mits dicht voor 't oog gehouden, het verschil in grootte der voorwerpen voor beide oogen nagenoeg gecorrigeerd. Althans er vloede geen bezwaar uit voort. Slechts wanneer ze niet dicht voor 't hoornvlies stonden, werd het verschil in grootte der beelden eenigzins storend. De oorzaak is wel dáárin te zoeken, dat de hypermetropie van 't linker oog door de glazen niet volkomen gecorrigeerd werd, en aan deze zijde, bij de voor 't lezen bestemde glazen, het verste punt meer verwijderd van 't oog bleef. Zeker toch was er ook een geringe graad van latente hypermetropie aanwezig, en daarenboven gaf ik  $\frac{1}{20}$  s, in plaats van  $\frac{1}{18}$  s. Bij het lezen zag het linker oog met die glazen dan ook minder scherp dan het regter.



*b. Het zamengesteld hypermetropisch astigmatisme* heeft, bij een' hoogen graad van hypermetropie in den horizontalen meridiaan, doorgaans eene betrekkelijk geringe in den verticalen. Zelden heb ik in dezen de hypermetropie grooter dan  $\frac{1}{2}$  gevonden; verscheidene malen ongeveer  $\frac{1}{8}$ , waarbij in den horizontalen meridiaan de hypermetropie tot  $\frac{1}{2}$  en meer kan stijgen. Men ziet, dat het zamengesteld hypermetropisch astigmatisme veelal zeer dicht bij 't eenvoudige blijft.

Opmerkelijk is het, dat in 't algemeen de gezichtsstoornis geringer was, dan men bij den graad van het astigmatisme zou hebben verwacht. In 't algemeen vindt men de gezichtsstoornis niet geëvenredigd aan den graad van 't astigmatisme: de grootte der pupil, hare ligging, in betrekking tot de hoornvliesas, hare vernauwing bij de accommodatie, de vorm ook der kromming in de onderscheidene meridianen, de complicatie, eindelijk, met onregelmatig astigmatisme, oefenen, vereenigd, een' grooten invloed uit.

Geval IV. *Zamengesteld hypermetropisch astigmatisme.* De Heer R., oud 18 jaren, heeft nimmer scherp gezien; langs de randen der voorwerpen zegt hij eene schaduw waar te nemen; bij zijn werk heeft hij altijd sterk licht opgezocht, en desniettemin spoedig verschijnselen ontwaard van asthenopie. In weêrwil daarvan heeft hij zich tamelijk veel met studie bezig gehouden. Vóór eenige jaren had hij een' oogarts geraadpleegd, die de stoornis voor aangeborene amblyopie, en als zoodanig onherstelbaar, had verklaard. Dit vond te meer ingang, omdat zijn broeder, (bij normalen toestand van 't regter oog) op het linker oog eene stoornis had, overeenkomstig met die der beide oogen van onzen patient. Bij hunne ouders en bij de overige kinderen is op beide oogen de gezigtsscherpte voldoende.

Door eene ligte bindvliesontsteking aangetast, meldde de lijder zich bij mij aan. Deze week spoedig; maar het bleek, dat de gezigtsscherpte van het linker oog slechts  $\frac{2}{3}$ , die van het regter



in de nabijheid  $\frac{2}{3}$ , op afstand  $\frac{1}{3}$  bedroeg. Het ophthalmoscopisch onderzoek leerde, vooreerst, dat de vlakken der gezichtsenuwen even rood waren als de fundus oculi in 't algemeen, — welke capillaire hyperaemie, ten gevolge van groote inspanning, met voorovergebogen hoofd, vooral bij jonge lieden zich vaak ontwikkelt. Maar tevens merkte ik op, dat, terwijl de horizontaal verloopende netvliesvaten, bij geringe inspanning der accommodatie, gemakkelijk te zien waren, de verticale zich met eene lens van  $\frac{1}{8}$  het duidelijkst vertoonden. Dit gold voor beide oogen. Aan het bestaan van astigmatisme was dus niet te twifelen. Op de vraag, of hij horizontale en verticale strepen op afstand even goed zag, antwoordde hij onmiddellijk, reeds vroeger te hebben opgemerkt, dat hij de verticale lijnen op eene schietschijf alleen duidelijk kon onderscheiden, wanneer hij zijn hoofd geheel horizontaal deed overhellen.

De krommingsstralen der beide hoornvliezen werden gemeten, vooreerst in 't horizontale vlak (H), en wel in de gezigtlijn  $e^o$ ,  $10^\circ$  naar de neuszijde  $en'$ ,  $20^\circ$  naar de neuszijde  $en''$ ,  $10^\circ$  en  $20^\circ$  naar de slaapzijde,  $et'$  en  $et''$ , en evenzoo in 't verticale vlak (V), vooreerst in de gezigtlijn  $e^o$ , en vervolgens  $10^\circ$  en  $20^\circ$  daar boven  $es'$ ,  $es''$ , en  $10^\circ$  en  $20^\circ$  daar beneden  $ei'$  en  $ei''$ . Op iedere plaats werd de gemiddelde uit zes waarnemingen genomen. De berekende resultaten zijn de volgende:

	in H.	in V.
<i>Rechter oog</i>		
$en''$	9.80	$ei''$ 8.04
$en'$	8.76	$ei'$ 7.47
$e^o$	8.32	$e^o$ 7.30
$et'$	8.24	$es'$ 7.08
$et''$	8.61	$es''$ 7.82
<i>Linker oog</i>		
$en''$	10.38	$ei''$ 7.59
$en'$	8.58	$ei'$ 7.43
$e^o$	8.38	$e^o$ 7.38
$et'$	8.30	$es'$ 7.21
$et''$	8.57	$es''$ 7.55.

Hieruit blijkt vooreerst, dat de cornea een' hoogen graad van



astigmatisme verklaart (het verschil der krommingsstralen in de gezigtlijn geeft voor het regteroog  $As = 1 : 6.374$ , voor het linkeroog  $As = 1 : 6.8$ ); ten tweede, dat de excentriciteit der verticale elliptische doorsnede, vooral op 't linker oog, zeer klein is; ten derde, dat de vorm der kromming aanzienlijk van de ellips afwijkt; ten vierde, dat de gezigtlijn het hoornvlies snijdt in een punt, 't welk zeer veel naar binnen en tevens veel naar beneden van den top van 't hoornvlies gelegen is.

Op het regter oog werd de accommodatie door sulphas atropini geparalyseerd. De gezigtsscherpte nam daarbij aanzienlijk af, en verbeterde door positieve glazen  $\frac{1}{16}$  tot  $\frac{1}{7}$  betrekkelijk weinig. De verstrooiingsbeelden van een lichtpunt leerden, dat de staande hoofd-meridiaan ongeveer 7 graden naar buiten overhelde, de liggende een gelijk aantal graden naar buiten en beneden. Met  $\frac{1}{8}$  tot  $\frac{1}{4}$  werd de smalste liggende lijn gezien, waarvan intusschen talrijke nevenlijnen uitgingen; met  $\frac{1}{2}$  was het verstrooiingsbeeld eene liggende ruit  $\diamond$ , met  $\frac{1}{7}$  eene staande  $\diamond$ , met  $\frac{1}{9}$  eene zeer onregelmatig vierkante, aan beide zijden ingebogene figuur, die met  $\frac{1}{3}$  in eene staande lijn, met centrale verdikking en vertakte uiteinden, veranderde, en met  $\frac{1}{5}$ , op een  $\frac{1}{2}$ " van 't oog gehouden, het smalste werd. Blijkbaar bestond er dus veel onregelmatig astigmatisme; het regelmatige scheen  $\frac{1}{4.5} - \frac{1}{2.8} = 1 : 5.36$  te bedragen. Intusschen vond men, bij onderzoek met den oogspiegel en bij 't beproeven der cilindrische glazen, een' geringeren graad, namelijk ongeveer  $\frac{1}{7}$ . Blijkbaar was met de lijnvormige verstrooiingsbeelden geen scherp resultaat te verkrijgen. De methode ter bepaling van den refractie-toestand in de beide hoofd-meridianen, met behulp van eene spleet, had ik nog niet leeren toepassen. Ook bezat ik nog slechts één cilindrisch glas en wel van  $\frac{1}{8}$ . Dit glas, hoogstens 1" van 't oog gehouden, verbeterde de gezigtsscherpte van  $\frac{2}{7}$  tot  $\frac{2}{3}$ . Het is de vraag, of bij ruimer keuze van glazen nog geene grootere gezigtsscherpte zou verkregen zijn. Welligt zal, om asthenopie geheel uit te sluiten, dit oog voor de nabijheid een sphaerisch-cilindrisch glas behoeven, terwijl voorloopig voor afstand een eenvoudig cilindrisch glas voldoende is: bij jeugdige accommodatie-



breedte is, namelijk, de alsdan overblijvende totale hypermetropie van  $\frac{1}{8}$  gemakkelijk genoeg te overwinnen.

Van het linker oog is alléén opgeteekend, dat het insgelijks in de beide hoofd-meridianen hypermetropisch is, dat de gezigtsscherpte op afstand  $\frac{2}{3}$  bedraagt, met  $\frac{1}{4}$  tot  $\frac{2}{7}$  toeneemt, voorts, dat glazen van  $\frac{1}{8}$  c aanzienlijke verbetering ten gevolge hebben.

Over verdere verschijnselen meen ik niet te moeten uitweiden. Op grond van al wat vroeger werd medegedeeld, is men in staat, ze te voorzeggén, zonder vrees, van door de uitkomst beschaamd te worden. Eene opsomming en analyse zou slechts herhaling zijn. Liever wil ik daarom nog enkele punten commemo-reren uit

Geval V, dat betrekking heeft tot den broeder van den vorigen patient den Heer R. Jr.

Vooreerst, wat de krommingsstralen der beide hoornvliezen aan-gaat, vonden wij:

	in H.	in v.
<i>Regter oog</i>		
$en''$	9.10	$ei''$ 8.42
$en'$	8.38	$ei'$ 8.10
$e^{\circ}$	8.11	$e^{\circ}$ 8.10
$et'$	8.10	$es'$ 8.27
$et''$	8.10	$es''$ 8.04
<i>Linker oog</i>		
$en''$	9.74	$ei''$ 8.06
$en'$	8.78	$ei'$ 7.98
$e^{\circ}$	8.44	$e^{\circ}$ 7.69
$et'$	8.61	$es'$ 7.85
$et''$	8.77	$es''$ 7.63.

Een blik op deze getallen leert ons, dat het linker hoornvlies in het midden der verticale doorsnede een' veel kleineren krom-mingsstraal heeft, dan in 't midden der horizontale doorsnede, ter-wijl voor het regter hoornvlies in de beide rigtingen de krom-mingsstralen aan elkander gelijk zijn. In overeenstemming hier-



mede, is de gezigtsscherpte op het regter oog volkomen, en bedraagt voor het linker slechts  $\frac{1}{10}$ , daarbij schijnen de nog herkende groote letters van denzelfden regel niet regelmatig op eene rechte lijn te staan. Verder is in beide oogen de kromming van het hoornvlies zeer onregelmatig: vooreerst is de radius  $20^\circ$  boven de gezigtslijn kleiner nog, dan in de gezigtslijn, — eene anomalie, die ons tot dusverre noch op gezonde noch op astigmatische oogen ooit was voorgekomen, en, ten anderen, blijkt in den horizontalen meridiaan van het regter oog de krommingsstraal naar de slaapzijde toe over eene groote uitgestrektheid onveranderd te blijven. 't Is duidelijk, dat uit de gevondene waarden dus geene ellipsen te berekenen zijn. Verder verdient het onze aandacht, dat de vorm van het astigmatisme van het linker oog geheel overeenstemt met dien, welke in beide oogen des broeders werd waargenomen. Het geldt hier een hypermetropisch astigmatisme, waarschijnlijk met hypermetropie in beide meridianen. Wordt ook zonder glazen een lichtpunt als de smalste horizontale streep gezien, met  $\frac{1}{8}$  als de smalste verticale, het is te wachten, dat bij kunstmatige mydriasis tot het zien der smalste horizontale streep een zwak positief glas, tot het zien der smalste verticale, een glas, sterker dan  $\frac{1}{8}$ , zou zijn vereischt geworden. Ook de rigting der hoofdmeridianen, ja zelfs de eigenaardige vorm der verstrooiingsbeelden komt in de beide gevallen overeen, zoodat ook het onregelmatig astigmatisme geen merkbaar verschil opleverde.

Vergelijkender wijze werden voor regter en linker oog van dezen persoon de digtste punten bepaald, waarop verticale en horizontale draden van den optometer scherp werden gezien: deze afstanden lagen voor het regter oog respectievelijk op  $9\frac{1}{8}$ " en  $6\frac{1}{8}$ ", met glazen van  $\frac{1}{8}$  op  $3\frac{5}{8}$ " en  $3\frac{1}{2}$ "; voor het linker oog, met glazen van  $\frac{1}{8}$ , op 8 en op  $3\frac{1}{4}$  duim. De naauwkeurigheid, waarmede deze afstanden werden aangegeven, liet niets te wenschen over; maar duidelijk ook weerspiegelde zich in deze getallen 't verschil van asymmetrie, en zelfs blijkt er uit, dat in den verticalen meridiaan beide oogen niet veel van elkander afweken. Dat het regter oog, zelfs in den verticalen meridiaan, eenige latente hypermetropie heeft, is bij den



grooten afstand van het dichtste punt van duidelijk zien naauwelijks te betwijfelen 1).

Met een cilinderglas van  $\frac{1}{12} c$  werd de gezichtsstoornis van het linker oog bijna geheel gecorrigeerd, en omgekeerd bragt een glas van  $-\frac{1}{11} c$  (met tegengestelde rigting der as) op het regter oog een' toestand te weeg, genoegzaam overeenstemmende met dien van 't linker oog. Merkwaardig waren de hieromtrent genomen proeven. Inzonderheid was bij afwisselend produceren en corrigeren van 't astigmatisme op elk der beide oogen 't verschil in vorm der voorwerpen en in duidelijkheid der strepen van verschillende rigting, voor ons even bevredigend als verrassend voor den lijder. Wat boven omtrent de schijnbare grootte der verschillende afmetingen van een vierkant, vóór en na de correctie van 't astigmatisme, gezegd werd, vond hier ook zijne volle bevestiging.

Onlangs had ik gelegenheid den Heer R. Jr. op nieuw te onderzoeken en teekende nog het volgende op:

In 't regtstandig beeld ziet de emmetroop de horizontale netvliesvaten van 't linker oog, bij ontspanning zijner accommodatie de verticale bij sterke inspanning of met glazen van  $\frac{1}{10}$ . Het gezichtszenuwvlak, in 't omgekeerde beeld gezien, is in de breedte vertrokken, wat vooral sterk uitkomt bij vergelijking met het gezichtszenuwvlak van 't regter oog.

Het onderzoek met de stenopaeische spleet geeft voor den staanden hoofdmeridiaan  $H = \frac{1}{40}$ , voor den liggenden  $H = \frac{1}{10}$ . Met de staande spleet stijgt de gezigtsscherpte op afstand van  $\frac{1}{10}$  tot  $\frac{1}{3}$  en een verwijderd lichtpunt wordt daarmede als een punt gezien. De liggende spleet geeft, als zoodanig, geene verbetering, maar doet, onder toevoeging van  $\frac{1}{10}$ , de gezigtsscherpte op afstand tot  $\frac{1}{4}$  stijgen. — 't Liefst houdt hij de spleet  $1''$  tot  $1\frac{1}{2}''$  van 't oog verwijderd. — Met  $\frac{1}{40} s \subset \frac{1}{10} c$  wordt de gezigtsscherpte ongeveer  $\frac{3}{8}$ , met  $\frac{1}{12} c$  ongeveer  $\frac{1}{10}$ .

---

1) Verg. *Ametropie*, bl.



3. *Gemengd astigmatisme.* Amh en Ahm. Merkten wij op, dat de meeste gevallen van myopisch en vooral van hypermetropisch astigmatisme weinig van het enkelvoudige afwijken, hetzelfde mag omtrent het gemengde worden gezegd: óf men vindt een' hoogen graad van H in den liggenden hoofd-meridiaan, verbonden met een' geringen graad van M in den staanden, óf een' hoogen graad van M in laatstgenoemden, met geringe hypermetropie in den liggenden. 't Voorkomen van genoegzaam gelijke graden der beide vormen van ametropie in de tegengestelde hoofd-meridianen behoort tot de uitzonderingen. Het meest nadert hiertoe nog het onderstaande geval, waarin trouwens de graad der asymmetrie niet aanzienlijk was.

Geval VI. *Amh op 't linker oog.* De Heer V., oud 59 jaren heeft op 't regter oog  $S = \frac{1}{2}$ , op 't linker  $S = \frac{1}{12}$ . Het *regter* oog is nagenoeg emmetropisch: verbetering van 't zien op afstand door  $\frac{1}{60}$  is twijfelachtig;  $-\frac{1}{60}$  werkt nadeelig. Proeven met het lichtpunt geven geen bewijs van abnormaal regelmatig astigmatisme, maar toonen een zeer ontwikkeld onregelmatig astigmatisme aan.

Van de jeugd af aan heeft patiënt zijn *linker* oog niet kunnen gebruiken; intusschen bestaat er noch verduistering, noch organische verandering in fundus oculi. Positieve en negatieve sphaerische glazen brengen geene verbetering aan. De spiegelbeelden der cornea hadden aan asymmetrie doen denken. Het onderzoek met den oogspiegel leverde daarvan 't bewijs: in 't regtstandige beeld, als emmetroop zie ik, bij eenige inspanning der accommodatie, verticaal verlopende vaten van 't netvlies volkomen scherp; horizontaal verlopende worden, daarentegen, bij inspanning der accommodatie, zeer flauw en bij geheele ontspanning niet scherp gezien. Ik besloot hieruit tot myopie in den verticalen, hypermetropie in den horizontalen meridiaan. Bij onderzoek met het lichtpunt blijken de hoofd-meridianen weinig van het verticale en horizontale vlak af te wijken: de smalste verticale lijn werd met  $\frac{1}{8}$ , de smalste



horizontale met  $-\frac{1}{30}$  gezien. De diagnosis was: gemengd astigmatisme  $= \frac{1}{18}$ , zamengesteld uit

$$M \frac{1}{30} + H \frac{1}{45}$$

De cornea gaf hiervan meer dan voldoende rekenschap: de krommingsradius in de gezichtslijn bedroeg in 't horizontale vlak 8.29 mm., in 't verticale  $= 7.69$ , — hetgeen een astigmatisme oplevert van 1:11.67. Terwijl (althans bij de methode met het lichtpunt) slechts Amh  $\frac{1}{18}$  gevonden werd, scheen de kristallens het astigmatisme der cornea voor een deel te compenseren.

Geheel in overeenstemming met de ametropie in de beide hoofdmeridianen, ziet het linker oog op afstand verticale lijnen een weinig beter dan horizontale. Met  $\frac{1}{45}$  worden horizontale nog slechter, verticale scherp gezien. Omgekeerd worden met  $-\frac{1}{30}$  horizontale regt goed, verticale daarentegen flauw waargenomen. De astigmatische lens van STOKES, op de werking van  $2 \times \frac{1}{32} = \frac{1}{16}$  gebragt, maakt de gezigtsscherpte op eens 4 malen grooter, door ze van  $\frac{1}{10}$  op  $\frac{2}{5}$  te brengen. Met  $\frac{1}{18} c$ , gecombineerd met  $-\frac{1}{30} s$ , steeg ze boven  $\frac{1}{2}$ , en werd dus beter nog dan op 't regter oog.

Tot het zien op afstand werd voor 't regter oog een plat glas, voor 't linker een bi-cilindrisch van  $\frac{1}{45} c \text{ } \cap - \frac{1}{30} c$  voorgeschreven. Tot werk in de nabijheid wenschte ik, bij de niet volkomene gezigtsscherpte, R op 12" te brengen. Dit geschiedde door een sphaerisch-cilindrisch glas van  $\frac{1}{20} s \subset \frac{1}{18} c$ : door  $\frac{1}{20}$  wordt, namelijk, R in den verticalen meridiaan  $(\frac{1}{30} + \frac{1}{20} = \frac{1}{12}) = 12"$ , en door  $\frac{1}{18} c$  wordt R in den horizontalen aan R in den verticalen gelijk gemaakt. Hierbij nu kreeg het regter oog eenvoudig  $\frac{1}{12} s$ . De beelden waren van genoegzaam gelijke grootte, en 't zien met beide oogen te gelijk zeer aangenaam. Daarbij stond de gezigtsscherpte van 't linker oog boven die van 't regter.

*Epicrisis.* Dit geval werd, in weêrwil van den geringen graad van H in den horizontalen meridiaan, tot het gemengd astigmatisme gebragt. Ik vond daartoe grond, omdat, bij de zeer geringe accommodatie-breedte, aan 's lijdens leeftijd eigen, de hypermetropie geenszins kon overwonnen worden. Hier moest deze dus ook noodzakelijk worden gecorrigeerd, en dit zou ook zelfs bij



een jeugdig persoon dienstig zijn geweest, hoezeer die met  $-\frac{1}{18} c$  op afstand scherp zou hebben gezien en zelfs bij 't lezen weinig bezwaar zou hebben ondervonden.

De gezigtsscherpte van 't linker oog was, in betrekking tot den graad van 't astigmatisme, zeer onvolkomen. Men zou geneigd zijn, de belangrijke stoornis in verband te brengen met de bijzondere omstandigheid, dat de gevonden graad van astigmatisme de resultante was eener dubbele asymmetrie, van eene grootere, namelijk, der cornea en eene daaraan tegengestelde zwakkere der kristallens; maar, ware die vooronderstelling juist, dan zou men, mijns inziens, van cilindrische lenzen niet de aanzienlijke verbetering hebben mogen verwachten, die wij hebben opgeteekend. Eene verhooging toch der gezigtsscherpte van  $\frac{1}{10}$  tot ruim  $\frac{1}{2}$  mag buitengewoon heeten.

Eenigzins raadselachtig is mij ook thans nog de verminderde gezigtsscherpte van 't regter oog. Wel is waar, is die op 59-jarigen leeftijd slechts bij uitzondering nog volkomen; maar even zeldzaam is ze, zonder kennelijke anatomische verandering, tot  $\frac{1}{2}$  gedaald. Voorts is het regel, dat, bij astigmatisme van 't eene oog, ondanks de meest volkomene correctie, de gezigtsscherpte van het astigmatische voor die van 't andere blijft onderdoen. Hier werd het tegendeel gevonden. Ik ben daarom zeer geneigd, aan te nemen, dat ook op 't regter oog astigmatisme aanwezig was in een' graad, die aan de gezigtsscherpte afbreuk deed. Een nauwkeurig onderzoek hieromtrent ontbreekt; ook zijn de krommingsradii der cornea niet gemeten.

De voor 't zien op afstand bestemde bril kon, in betrekking tot den last van het dragen, voor den lijder geen groot voordeel opleveren; maar er bestond toch ook geen bezwaar hoegenaamd, dien, op verlangen, toe te staan. Van veel meer beteekenis was de bril voor 't zien in de nabijheid. Daargelaten zelfs het voordeel van stereoscopisch zien, is het lezen met twee oogen veel aangener, en, wanneer de gezigtsscherpte van beide onvolkomen is (mits geene verduistering in 't spel zij), ook veel gemakkelijker, dan met één oog: zelfs wordt daardoor de gezigtsscherpte merklijk



verhoogd. Om kleine voorwerpen te onderscheiden, zou ook nog een sterkere bril kunnen toegestaan worden: daarbij blijft, in de combinatie van 't sphaerisch-cilindrische glas,  $\frac{1}{T^2}$   $c$  constant en behoeft  $\frac{1}{20}$   $s$  slechts verhoogd te worden.

B. Het is ons gebleken, dat, wanneer de cornea, op zich zelve, een' abnormalen graad van aangeboren astigmatisme voortbrengt, de lens dezen óf verhoogden, óf verminderen kan. In 't laatste geval blijft intusschen dat der cornea overwegend; in 't eerste is de werking der lens zwakker en dus slechts als bijkomend te beschouwen. Enkele malen nu komt het, integenstelling hiermede, voor, dat de bestaande abnormale graad van regelmatig astigmatisme kan gezegd worden, afhankelijk te zijn van de kristallens, en wel van hare abnormale ligging. Deze toestand kan vooreerst aangeboren zijn. Talrijke gevallen zijn bekend geworden, waarin de lens zoo excentrisch gelegen was, dat de aequator door het vlak der pupil ging en dus een deel van 't pupilvlak zonder lens bleef. Hierbij bestaat dan astigmatisme, op zeer storende wijze, maar het is van onregelmatigen aard, en cilindrische glazen kunnen hierbij geene verbetering aanbrengen 1). Enkele gevallen evenwel komen voor, waarbij de verschuiving der kristallens zoo gering is, dat zij nog 't geheele pupilvlak inneemt, maar tevens eene zoo scheeve ligging heeft, dat een belangrijke graad van tamelijk regelmatig astigmatisme daaruit voortvloeit. Vóór een paar jaren, toen ik de gestoorde functie bij asymmetrie nog niet met de vereischte naauwkeurigheid onderzocht, deed zich een geval van dien aard aan

1) Verg. *Ametropie*, bl. 122 en 123. Men vindt hier vermeld, dat doorgaans beter gezien wordt met positieve glazen, die de hypermetropie corrigeren in het gedeelte van 't pupilvlak, waar de lens ontbreekt. Daarbij kan men nu nog het brilglas aan eene zijde ondoorschijnend maken, zoodat de stralen, die door de kristallens zouden gaan, worden afgesmeden.



mij voor. Ik zal hier eenvoudig vermelden, wat destijds werd opgeteekend.

Geval VII. *Astigmatisme, wegens aangeborene excentriciteit der kristallens.* JACOB D., oud 20 jaren, meldde zich den 24 April 1860 aan: hij had bijziendheid  $= \frac{1}{4}$  op beide oogen,  $S = \frac{1}{4}$  op 't linker,  $S = \frac{1}{4}$  op 't regter oog. Bij scheeve houding van 't negatieve glas voor 't regter oog kon de gezigtsscherpte nagenoeg op  $\frac{1}{2}$  gebragt worden. Lange gezigtsas; over 't geheel groote oogen. Op geen van beide evenwel atrophie der chorioidea, maar op 't linker eene witte onregelmatig omschrevene plek, smaller dan de papilla n. optici, beneden welke zij zich bevond, en de vaten van 't netvlies verbergende. Oogkamers ondiep; daarbij eene zeer sterke iridodenose, vooral aan de benedenzijde der iris; goede reflexie-, weinig accommodatie-beweging der pupillen. De totale accommodatie-breedte van 't linker oog  $= \frac{1}{8\frac{2}{3}}$ ; intusschen, wordt door

$\frac{1}{3\frac{1}{2}}$ , op  $\frac{1}{2}''$  van 't knooppunt geplaatst, de myopie geneutraliseerd, dan ligt, bij  $R = \infty$ , op 't linker oog het dichtste punt op  $17''$ .

Doorsulphas atropini krijgen de pupillen eene schijnbare middellijn van  $8\frac{1}{2}$  mm. De iridodenose blijft daarbij bestaan. Thans blijkt, dat er eene zekere ruimte bestaat tusschen de (trouwens zeer naar voren verplaatste) iris en de kristallens, en tevens, dat deze laatste excentrisch ligt. Bij onderzoek met den oogspiegel ziet men aan de buitenzijde een' smallen zeisvormigen rooden zoom om den aequator der kristallens; deze helle rand wordt breeder, wanneer men een weinig van binnen naar buiten in 't oog ziet, maar gaat men meer nog naar binnen, dan wordt hij al spoedig weêr smaller, en verdwijnt op 't regter oog zelfs geheel. Blijkbaar dus ligt de buitenrand der naar binnen en boven verschovene lens meer naar voren dan de boven-binnenrand, inzonderheid op 't regter oog. Het reflexie-beeld van de voorvlakte der lens is op beide oogen zwak, moeilijk te zien, zeer nabij 't reflexie-beeld van 't hoornvlies gelegen, en bij beweging der vlam zich meer bewegende dan 't laatste. Het door de achtervlakte der kristallens gevormd reflexie-beeldje staat



op vrij grooten afstand, en aanzienlijk hooger dan 't hoornvlies-beeld: Met het phacoidoscoop 1), onder een' hoek van  $30^\circ$  met de gezichtslijn van de buitenzijde in 't linker oog ziende, terwijl de vlam op de lijn stond, die aan de andere zijde een' hoek van  $30^\circ$  met de gezichtslijn maakte, bedroeg de afstand tusschen het gereflecteerde hoornvlies-beeld en het achterste lens-beeld  $3\frac{1}{3}$  mm., en maakte de lijn, die deze beeldjes vereenigde, een' hoek van  $35^\circ$  met het horizontale vlak, waarin de gezichtslijn, de vlam en het waarnemend oog zich bevonden.

Bij 't onderzoek met den oogspiegel in 't omgekeerde beeld vertoonen de vaten op en bij het gezichtszenuwvlak, bij de gewone bewegingen der objectief-lens, op 't linker oog nagenoeg geene, op 't regter oog eene zeer aanzienlijke parallactische beweging (waarvan de rigting in verband met de beweging der lens niet genoteerd is).

De corneae, gemeten in een vlak, horizontaal door de gezichtslijn gelegd, gaven, als  $\varrho^\circ$ , in de gezichtslijn, als  $\varrho n'$  en  $\varrho n''$ ,  $11^\circ 23''$  en  $22^\circ 46'$  aan de neuszijde, en als  $\varrho t'$  en  $\varrho t''$ ,  $11^\circ 23'$  en  $22^\circ 46'$  aan de slaapzijde der gezichtslijn, de volgende resultaten (zijnde ieder cijfer het gemiddelde uit vier metingen):

<i>Regter oog.</i>	<i>Linker oog.</i>
$\varrho n''$ 8.70	8.87
$\varrho n'$ 8.16	8.16
$\varrho^\circ$ 8.14	8.10
$\varrho t'$ 8.21	8.17
$\varrho t''$ 8.61	8.50

Hieruit blijkt, dat de corneae een' grooten radius hebben, dat de ellipsoidische kromming in 't horizontale vlak zeer regelmatig is en eene geringe excentriciteit heeft, en eindelijk, dat hoornvliesas en gezichtslijn nagenoeg zamenvallen.

*Epicrisis.* Ik wensch alleen nader te constateren, dat de kristallens, vooral op 't regter oog, eene schuinsche ligging had, zoodat hare as zeer veel van de hoornvliesas moest afwijken, en dat tevens

1) Verg. de methode in *Nederl. Lancet*, 3<sup>e</sup> Serie, D. III, bl. 242.



eene verminderde gezigtsscherpte bestond, die zich door een' scheeven stand der negatieve lens van  $-\frac{1}{3\frac{1}{2}}$ , waardoor de myopie werd gecorrigeerd, liet verbeteren. Er bestond dus astigmatisme. En al moeten wij 't betreuren, dat noch de rigting, noch de graad der vereischte neiging van de as der negative lens werden opgeteekend, en dat dus rigting en graad van het aanwezige en daarbij gecorrigeerde astigmatisme onbekend zijn, al hadden wij voorts ook gaarne de kromming der cornea in 't verticale vlak gekend, om deze als oorzaak van 't astigmatisme uit te sluiten, zoo meenen wij desniettemin gerechtigd te zijn, het waargenomen astigmatisme aan den scheeven stand der kristallens toe te schrijven. Daarmede is dan 't bestaan dezer kategorie van astigmatisme bewezen, en dit zij voor'shands voldoende. — Verschillende resultaten van meting, die wij mededeelden, kunnen later, wanneer het tot vergelijking van meer dergelijke gevallen onderling mogt wenschelijk worden geacht, tot berekening worden aangewend.

Vermelding verdient het nog, dat 3 oudere broeders en ééne zuster van den lijder normale oogen hebben, maar dat een jongere broeder en welligt ook de moeder aan 't zelfde gebrek lijden.

## II. *Verkregen regelmatig astigmatisme.*

A. *Afhankelijk van de cornea.* In al het voorafgaande werd naauwelijks melding gemaakt van 't verkregen astigmatisme. Ik moet erkennen, dat tot vóór korten tijd ik het minder belangrijk achtte. Hoogst zelden toch is het afhankelijk van een' door gedeeltelijke luxatie ontstanen scheeven stand der kristallens; en liggen stoornissen der cornea ten gronde, dan is schier zonder uitzondering onregelmatig astigmatisme te wachten. Ik vooronderstelde dus a priori, dat cilindrische glazen hierbij de gezichtsstoornis weinig of niet zouden verbeteren. De uitkomst evenwel heeft voor vele gevallen het tegendeel bewezen. In een geval van centrale hoornvliesvlek deed ik iridectomie en verkreeg eene goed gevormde pupil, slechts in 't midden eenig diffuus, maar overigens regelma-



tig gebroken licht door de cornea ontvangende. Desniettegenstaande was de gezichtscherpte zeer onvolkomen: terwijl het oog  $\frac{1}{30}$  hypermetropie had, kon, zelfs met glazen van  $\frac{1}{10}$ , n°. VI niet gelezen worden. De letters hadden een' vreemden vorm; in eene schuinsche rigting vertoonden zij eene onregelmatige verlenging. Bij 't ophthalmoscopisch onderzoek bleek de beweging der objectief-lens eene aanzienlijke parallaxe voort te brengen. Ik beproefde de combinatie van een convex met een cilindrisch glas, en de gezichtscherpte bereikte nagenoeg het dubbele. Een gewone druk kon nu gelezen worden. — De zaak is a posteriori duidelijk genoeg. Het bestaande astigmatisme kan in een regelmatig en een onregelmatig ontleed worden, en na correctie van 't regelmatige blijft het onregelmatige minder storend over. Ik houd mij overtuigd, dat in vele gevallen, waarin, wegens verduistering der cornea, iridectomie of iridesis is verrigt, door een cilindrisch glas groot voordeel zal te verkrijgen zijn. Men beproeve slechts, of een cilindrisch glas van bijv.  $\frac{1}{30}$  c, voor het oog rondgedraaid, niet afwisselend verbetering en vermindering der gezigtsscherpte zal voortbrengen; en kent men hiermede de vereischte rigting, dan beproeve men in deze gevallen eenvoudig, aan welke sterkte van cilindrische glazen de voorkeur wordt gegeven. De boven beschrevene meer indirecte methoden leiden hier in 't algemeen minder gemakkelijk tot het doel.

Ook zonder dat eenige operatie op de iris behoefte te worden bewerkstelligd, zijn, bij verkregene wijzigingen in den vorm der cornea, cilindrische glazen dikwijls ook zeer nuttig.

Geval VII. M. Kr., een 14-jarig meisje, heeft, vóór eenige jaren, door perforerende hoornvlieszweren, met opvolgende atrophie, het linker oog verloren. Op 't regter oog is ook naar beneden en binnen het likteeken van weefselvernietiging en prolapsus iridis overgebleven. De pupil is daarbij naar beneden en binnen vertrokken,



maar overigens ongedeerd, en er treedt slechts weinig diffuus licht in 't oog. Evenwel laat de gezigtsscherpte veel te wenschen over en verbetert naauwelijks door totale afsnijding van het diffuse licht. Daarenboven bestaat een vrij hooge graad van myopie, waarmede dus amblyopie scheen verbonden te zijn. Vooronderstellende, dat de vorm der cornea als oorzaak der verminderde gezigtsscherpte mogt in 't spel zijn, deed ik onderzoek en vond werkelijk, dat een lichtpunt met  $-\frac{1}{3}$  als eene schuinsche staande, met  $-\frac{1}{6}$ , wat verder van 't oog verwijderd, als eene schuinsche liggende lijn gezien werd. Bij 't gebruik der spleet, in een der beide rigtingen gehouden, verbeterde de gezigtsscherpte zeer aanzienlijk. Met  $-\frac{1}{30}$  c kan in de nabijheid fijn werk worden verrigt, hetgeen zonder cilindrische glazen ten eenemale onmogelijk was.

Eenigzins uitvoeriger veroorloof ik mij, een geval mede te deelen, dat zeker tot de hoogst zeldzame behoort.

Geval VIII. *Verkregen regelmatig astigmatisme der cornea.* J. F., Brigadier bij het leger, oud 31 jaren, klaagt, dat zijn gezichtsvermogen sedert een paar jaren slechter en slechter wordt. Volkomene gezigtsscherpte had hij ook vroeger niet. De corneae vertoonen, vooral bij focaal-verlichting, eene algemeene ligte troebelheid, die als gevolg eener 3 dagen na de geboorte ontstane etterachtige ontsteking zou zijn overgebleven. Op 't regter oog is daarenboven de grens tusschen cornea en sclerotica, ten gevolge van peripherische vlekken, niet te bepalen; midden op de voorvlakte der lens bevindt zich nog eene kleine, scherp begrensde, niet verhevene witte stip. Een en ander had hem vroeger niet belet in dienst te treden. Thans echter was de gezigtsscherpte op 't regter oog tot  $\frac{1}{10}$ , op 't linker tot  $\frac{1}{5}$  gedaald, en was hij niet meer in staat, zijne dienstpligten behoorlijk te vervullen.

De aanwezige troebelheid der cornea verklaarde de gezichtsstoornis niet voldoende. Ook was, zonder nieuwe ontstekingachtige aandoening, het gezichtsvermogen meer en meer gestoord geworden. 't Scheen ons, dat de kromming der hoornvliesen abnormaal was, — eene voor-



onderstelling, die door het ophthalmometrisch onderzoek ten volle werd bevestigd. De uitkomsten waren, als volgt:

	in H.	in v.
<i>Rechter oog</i>		
$\varphi n'' = 9.64$		$\varphi i'' = 9.69$
$\varphi^{\circ} = 8.72$		$\varphi^{\circ} = 7.13$
$\varphi t'' = 7.77$		$\varphi s'' = 7.38$
<i>Linker oog</i>		
$\varphi n'' = 10.97$		$\varphi i'' = 7.59$
$\varphi^{\circ} = 8.40$		$\varphi^{\circ} = 7.25$
$\varphi t'' = 8.45$		$\varphi s'' = 7.17.$

Blijkbaar is de krommingsradius in 't horizontale vlak veel grooter dan in 't verticale. Daarom, hoezeer in den vorm der kromming velerlei onregelmatigheid was op te merken, en de proef met het lichtpunt dan ook geen resultaat opleverde, was van cilindrische glazen hier verbetering te wachten: en werkelijk met een glas van  $\frac{1}{8}$  c, het éénige, wat ons destijds ter beschikking stond, werd de gezigtsscherpte reeds tot  $\frac{1}{3}$  verhoogd. Bij ruimere keuze van glazen zou zeker nog meer verbetering zijn verkregen.

Tot mijn leedwezen deed zich later de gelegenheid niet meer op, den patient naar verschillende methoden naauwkeuriger te onderzoeken.

*Epicrisis.* De oorzaak van de hier bestaande abnormale kromming der cornea is niet geheel duidelijk geworden. Met voldoende waarschijnlijkheid echter kan men aannemen, dat de ophthalmia neonatorum eenige vormverandering had nagelaten, en dat deze, verbonden met ongelijken weêrstand, hetzij ten gevolge van gewijzigde intra-oculaire drukking, hetzij onder den invloed van schier onmerkbare bijkomende voedings-veranderingen, allengs was toegenomen. -- Blijkbaar was de kromming zeer onregelmatig. Op beide oogen is in 't horizontale vlak naar de temporaal-zijde en in 't verticale vlak aan de bovenzijde de kromming bijzonder sterk, gedeeltelijk op  $20^{\circ}$  van de gezigtlijn sterker nog dan in de gezigtlijn zelve, hoezeer deze, zoo als de regtstreeksche bepaling leerde, in 't horizontale vlak slechts  $3\frac{1}{2}^{\circ}$  van het middelpunt der cornea afweek. Maar,



in weêrwil van deze onregelmatigheid, treedt toch het groote krommingsverschil voor verticalen en horizontalen meridiaan op den voorgrond; en daarom ook was van cilindrische glazen veel voordeel te wachten.

Opmerkelijk hierbij is, dat de cornea, zoo ze oorspronkelijk eene gemiddelde kromming bezat, zoo wel in den horizontalen meridiaan een' grooteren, als in den verticalen een' kleineren krommingsstraal heeft gekregen.

Ik heb het geval zeldzaam genoemd. Doorgaans toch blijft bij *verkregene* vormveranderingen der cornea, hetzij wegens conische kromming, hetzij wegens volstrekte onregelmatigheid of oneffenheid der oppervlakte, het onderzoek met den ophthalmometer, zonder resultaat, en kan slechts empirisch blijken, of cilindrische glazen al dan niet van eenig nut zijn.

B. *Verkregen regelmatig astigmatisme, gezeteld in de lens.* Zoowel de verkregene als de aangeborene ectopie der lens (waarvan bl. 115 sprake was) kan oorzaak worden van regelmatig astigmatisme. Veelal wordt daarbij de lens zooveel verschoven, dat zij niet meer aan 't geheele pupilvlak beantwoordt, en daarmede gaat dan een hooge graad van onregelmatig astigmatisme gepaard. Maar neemt de lens eene schuinsche ligging in 't pupilvlak aan, dan moet regelmatig astigmatisme 't gevolg zijn en 't gebruik van cilindrische glazen verbetering aanbrengen. Een niet onbelangrijk voorbeeld hiervan levert

Geval IX. J. S., oud 42 jaren, werd vóór vier jaren met goed gevolg van cataract geopereerd op 't linker oog. Ruim een jaar daarna springt een gebogen tak hem tegen 't regter oog. Tot dus verre had hij met dit oog ook op afstand scherp gezien. Thans scheen alles hem nevelachtig. Bij 't onderzoek vond ik iridodenose in hoogen graad, trillende bewegingen der lens (bij elke krachtige beweging geconstateerd, zoo wel aan de reflexie-beelden als aan de lens zelve, bij zijdelingsche focaal-verlichting), en daarenboven een' geringen graad van myopie. Toen een glas van  $-\frac{1}{36}$  voor 't oog gehouden werd, verklaarde de lijder even



goed te zien als te voren. Van een' scheeven stand der lens kon ik mij niet overtuigen. Ik beschouwde daarom den toestand als myopie, ten gevolge van verscheuring der zonula Zinnii, en zag in die myopie een' grond voor HELMHOLTZ's verklaring van 't mechanisme der accommodatie. Aan de trillende bewegingen der lens beantwoordde, na elke krachtige beweging van 't oog, eene trilling der voorwerpen. Deze kwamen geheel overeen met die, welke bij kleine schommelende bewegingen van 't neutraliserende positieve glas voor zijn aphakisch oog ontstonden — en waren dus verklaard.

Voor weinige maanden wendde patient zich op nieuw tot mij. De gezigtsscherpte op 't regter oog was, namelijk, verminderd. Ook met behulp van zijn' bril kon hij op afstand niet meer scherp zien. Ik vooronderstelde, dat de eenigzins geluxeerde lens in verduistering zou overgaan. Dit bleek niet het geval te zijn: de lens was volkomen doorschijnend gebleven. Maar reeds terstond had ik bespeurd, dat, sedert het eerste onderzoek, de pupil naar de neuszijde was afgeweken, zoodat aan deze zijde slechts een smalle rand der iris overbleef. Deze smalle rand ligt dieper dan de buitenrand en heeft een' convexen bogt naar voren: de pupillairrand is naar achteren gerigt; van daar vormt zich de bogt, en het marginaal gedeelte wijkt weder zoodanig naar achteren, dat het hoogst waarschijnlijk door de verscheurde Zonula eenigzins geprolabeerd is.

Aan deze verhouding der iris beantwoordt eene scheeve ligging der lens. Aan de slaapzijde is ze met de iris nagenoeg in aanraking; aan de neuszijde moet ze dus aanzienlijk dieper liggen. Na indruppeling van sulphas atropini ontstaat eene aanzienlijke verwijding der pupil naar boven, beneden en naar de slaapzijde, zoodat zij meer in 't midden komt te liggen. In schuinsche rigting in 't oog blikkende, kan men evenwel nergens den aequator der lens te zien krijgen. Ook schijnt het centrum der vortices genoegzaam aan 't midden der cornea te beantwoorden.

Bij de scheeve ligging is dus geene of slechts geringe zijdeling-sche verschuiving der lens aanwezig.



De gezigtsscherpte is slechts ongeveer  $\frac{3}{8}$ . Deze vermindering wordt aan den scheeven stand der lens, en bij gevolg aan astigmatisme toegeschreven. Talrijke proeven worden verrigt, die daarvan dan ook het bewijs leveren. Slechts enkelen deel ik daarvan mede. Met  $-\frac{1}{12}$  ziet hij, op afstand, verticale, met  $-\frac{1}{20}$  horizontale lijnen 't scherpst. Met  $-\frac{1}{36}$  zijn de horizontale reeds genoegzaam scherp, maar vertoonen de verticale een' weêrschijn, die nagenoeg verdwijnt, wanneer het neus-gedeelte der pupil bedekt wordt. — Het lichtpunt vertoont zich onder geene omstandigheden als eene lichtlijn, maar is integendeel altijd verdubbeld. Met  $-\frac{1}{24}$  is elk der dubbelbeelden het kleinst. Met  $-\frac{1}{30}$  liggen zij boven elkander, met  $-\frac{1}{12}$  naast elkander.

Het astigmatisme wordt, op grond van deze proeven, geschat op  $\frac{1}{12} - \frac{1}{30} = \frac{1}{36}$ .

*Epicrisis.* Bij 't waarnemen van dit geval stonden mij nog geene cilindrische glazen ten dienste. Men mag intusschen besluiten, dat met een sphaerisch-cilindrisch glas van  $-\frac{1}{20} s \subset -\frac{1}{30} c$  (de as van den cilinder verticaal gerigt) R in alle meridianen ongeveer  $= \infty$  zou worden. Als lorgnet zou een zoodanig glas nuttig kunnen zijn. Voor de nabijheid zou het niet voldoen, wijl de accommodatie-breedte, bij 't vorig onderzoek nog vrij aanzienlijk, thans schier tot zero was gereduceerd. Tot lezen zou daarom R op ongeveer 12" moeten worden gebragt: dit zou verkregen worden door  $\frac{1}{30} c$ , met horizontaal gerigte as, voor 't oog te plaatsen.

De grond van 't astigmatisme lag hier klaarblijkelijk en wel uitsluitend in de lens. De meting toch der cornea leerde eene ongewone symmetrie kennen:

in H.	in v.
$qn''$ 8.64	$qi''$ 8.30
$qn'$ 7.94	$qi'$ 7.98
$q^{\circ}$ 7.74	$q^{\circ}$ 7.74
$qt'$ 7.74	$qs'$ 7.76
$qt''$ 8.09	$qs''$ 8.09.

De gezigtlijn week  $5^{\circ}$  naar binnen van den top der cornea af.



Opmerkelijk is het, dat het van een' scheeven stand der lens afhankelijke astigmatisme tot diplopie aanleiding gaf, wat bij de gewone gevallen, die op asymmetrie der cornea berusten, niet zoo uitdrukkelijk werd aangegeven. Het duidelijkst kwam de diplopie aan den dag bij 't beschouwen van een lichtpunt. Wij hebben ons voor te stellen, dat de sectoren der lens vier duidelijk te onderscheiden beeldjes vormden, die bij 't zien met het bloote oog zich allen reeds hadden overkruist. Met  $-\frac{1}{20}$  werden de boven elkander gelegene, met  $-\frac{1}{12}$  de naast elkander gelegene tot vereeniging gebracht. In 't eerste geval verbeterde de gezigtsscherpte, wanneer de binnenste of buitenste helft, in 't laatste, wanneer de bovenste of onderste helft der pupil bedekt werd.

Meermalen is 't mij in vroegere jaren voorgekomen, bepaaldelijk bij myopen, dat van een lichtpunt twee of drie beelden werden gezien, die, bij te zwakke en bij te sterke glazen, in tegengestelde rigting op eene lijn stonden. In die gevallen werden geene andere strepen scherp gezien, dan die aan een der beide rigtingen beantwoordden. Klaarblijkelijk, zoo als ook strookt met de bovenstaande waarnemingen, moeten de veelvoud-beelden zich op de streep bedekken, zal deze scherp worden gezien. Of in deze gevallen het astigmatisme van een' aangeboren scheeven stand der lens afhing, heb ik destijds niet onderzocht. Ik hoop er gelegenheid toe te vinden.

Over menig merkwaardig punt, aan dit geval eigen, wil ik niet uitweiden. Alléén ten opzichte der myopie moet ik nog in 't midden brengen, dat deze als gevolg van verscheuring der zonula Zinni schijnt ontstaan te zijn, niettegenstaande het naar achteren wijken, als zoodanig, der kristallens tot het tegengestelde, dat is tot hypermetropie, had moeten aanleiding geven. Bij 't eerste onderzoek, toen nog geen scheeve stand der kristallens was ingetreden, had ik ook geene atrophie der chorioidea kunnen opmerken, en verklaarde de patient met behulp van een zwak negatief glas, even als vroeger, op afstand weder volkomen scherp te zien. Nu intusschen is aan de buitenzijde der papilla n. optici een smalle atrophische meniscus zichtbaar geworden, die in elk



geval er krachtig voor pleit, dat toch ook oorspronkelijk een geringe graad van myopie aanwezig was.

## IX.

***Geschiedenis onzer kennis van het  
astigmatisme.***

In het te regt beroemde werk van MACKENZIE 1), en volkomener nog in de verdienstelijke Fransche bewerking van WARLOMONT en TESTELIN 2), vinden wij zakelijk schier alles vereenigd wat de wetenschap tot dusverre over ons onderwerp bezat. Daaruit heb ik voor 't grootste deel de litteratuur leeren kennen, en voor zooverre ik de gelegenheid miste, de daar genoemde werken in 't oorspronkelijke te raadplegen, heeft mijn vriend HULKE te Londen, met groote bereidwilligheid en op de meest verpligtende wijze, die voor mij nageslagen en mij naauwkeurige uittreksels er van doen toekomen.

Opmerkelijk is het, dat men schier alléén in de Engelsche litteratuur het onderwerp behandeld vindt. Reeds terstond ontmoeten wij hier twee mannen, waarop Engeland mag roem dragen: THOMAS YOUNG, den ontdekker van 't normaal astigmatisme, en den Koninklijken sterrekundige AIRY, die het eerst de asymmetrie van zijn eigen oog als een gebrek herkende en beschreef.

Omtrent de waarneming van YOUNG hebben wij boven (verg. bl. 18) reeds het noodige medegedeeld, in verband met andere onderzoekingen, die tot de kennis van het normaal astigmatisme betrekking hebben.

't Geval van AIRY 3) daarentegen, beschreven op eene wijze,

1) *A practical treatise on the diseases of the Eye.* London 1854.

2) *Traité pratique des maladies de l'oeil*, par MACKENZIE. Paris 1856.

3) *Transactions of the Cambridge Philosophical Society.* 1827. Vol. II. p. 267.



den grooten Meester waardig, moet ons hier nog nader bezig houden. Het geldt een' hoogen graad van zamengesteld myopisch astigmatisme. Naar zijne methode dus kon AIRY het verste punt van duidelijk zien in de beide hoofdmeridianen en tevens hunne rigting bepalen: in den staanden (met eene helling van  $35^\circ$ ) was  $R = 3.5''$ , in den liggenden,  $R = 6''$ . Hieruit berekende hij het tot correctie gevorderde glas en gaf ook reeds de gronden aan, waarom een negatief sphaerisch-cilindrisch boven een concaaf bi-cilindrisch glas te verkiezen is.

Vele jaren later deelde hij op nieuw zijne bevinding mede 2). Thans lag het verste punt in den staanden meridiaan op  $4.7''$ , in den liggenden op  $8.9''$ . Zijne myopie was dus in beide meridianen afgenomen en tevens scheen het astigmatisme eenige vermindering te hebben ondergaan, — van  $\frac{1}{8\frac{1}{4}}$  tot  $\frac{1}{10}$ . AIRY vooronderstelt echter zelf, dat het verste punt in den staanden meridiaan wel wat naderbij dan  $4.7''$  liggen kon, en hij is geneigd het er voor te houden, dat zijn astigmatisme onveranderd was gebleven. Bij een' man als AIRY mogen wij aannemen, dat hij met onveranderde accommodatie voor zijn verste punt observeerde; anders zouden wij de vooronderstelling wagen, dat, bij zijne vroegste observaties, ten gevolge van accommodatie bij het naderen van het lichtpunt, de myopie in den staanden meridiaan te groot uitgevallen was, waarbij dan het terugwijken van 't verste punt met het toemenen der jaren (wat zeker bij den aanwezigen graad van myopie eene groote zeldzaamheid is) slechts schijnbaar zou hebben plaats gehad.

Aanvankelijk scheen de waarneming van AIRY alléén te Cambridge de aandacht tot zich te trekken: aan sto-

2) Id. — 1849. Vol. VIII. p. 361.



KES 1), namelijk, hebben wij de astigmatische lens tedanken, tot bepaling van den graad van 't astigmatisme, en Dr. GOODE 2), die zijne studiën te Cambridge volbragt, deelde het eerst eenige nieuwe gevallen dezer anomalie mede. Even als AIRY had hij astigmatisme aan een zijner oogen en werd door diens mededeeling daarop opmerkzaam gemaakt. Uit de gecompliceerde vormveranderingen, die, naar zijne naauwkeurige beschrijving, een lichtpunt, bij verschil van afstand voor zijn oog, onderging, mag men afleiden, dat de asymmetrie met een' hoogen graad van onregelmatig astigmatisme gepaard ging. Wat het regelmatige aangaat, de duidelijkheidsafstanden in de beide hoofd-meridianen lagen ongeveer op 6.13 en 25 Engelsche duimen. De opticus CHAMBLANT te Parijs vervaardigde voor hem eene plan-cilindrische lens, waarvan 't cilindriscbe vlak met een' straal van 9" concaaf geslepen was. GOODE vermeldt, dat hij met behulp van dit glas zoowel in de nabijheid als op afstand scherp zag.

In een tweede geval vertoonde een lichtpunt zich als eene horizontale lijn op 37 centimeters, zonder op grooteren afstand voor eene verticale plaats te maken. Horizontale strepen werden dan ook op 37 cent. en verder nimmer duidelijk gezien, verticale op geen' afstand hoegenaamd. Een plan-cilindrisch glas, met  $2\frac{1}{4}$ " radius van 't convexe cilindervlak, was te sterk, met 3" radius te zwak. Een bi-cilindrisch concaaf-convex glas, met overkruiste assen, het concave-vlak met  $7\frac{1}{2}$ ", het convexe met  $4\frac{1}{2}$ " krommingstraal, zou aan 't doel beantwoord hebben (?).

In een derde geval vertoonde een lichtpunt zich op 35 centim. als eene dwarse lijn en werd op grooteren afstand

1) *The Report of the British Association for the advancement of Science for 1849.* p. 10.

2) *Monthly Journal of Med. Science.* Edinb. 1848, p. 711, — en *Transactions of the Cambr. Philosoph. Society.* Vol. VIII. p. 493.



onduidelijk. Op gelijken afstand werden horizontale strepen scherp gezien en een weinig verder (at some distance beyond) eene verticale streep. Eene plan-cilindrische *concave* lens van 16" radius bragt aanzienlijke verbetering te weeg.

GOODE vond nog drie heeren aan de Universiteit te Cambridge, welker astigmatisme op één oog verbeterd werd door een plan-cilindrische lens van 12" radius.

Deze gevallen, hoezeer wij de mededeeling er van waarden, toonen aan, dat de methode van AIRY ongenoegzaam was, om in de beide hoofdmeridianen het verste punt, en in 't algemeen den graad van astigmatisme, naauwkeurig te bepalen. Ook de zitplaats bleef GOODE onbekend. Zelfs bij de hoogste graden van astigmatisme kon hij zich niet van 't bestaan van asymmetrie der cornea overtuigen, en hij was daarom geneigd, de oorzaak in de kristallens te zoeken.

Een geval van abnormaal astigmatisme werd bijna gelijktijdig door HAMILTON medegedeeld in 't zelfde tijdschrift 1). Als complicatie bestond hier torpor retinae, naar het schijnt, zonder gezichtsveld-beperking. Wat het astigmatisme aangaat, dit kenmerkte zich door duidelijkheid van horizontale, onduidelijkheid van verticale lijnen. Begrijp ik het geval goed, dan werden verticale lijnen op kleineren, horizontale op groteren afstand scherp gezien, en bragt eene plan-concave cilindrische lens, met verticalen stand der as voor 't oog geplaatst, verbetering aan. Dr. THOMPSON vond de verticale middellijn der cornea wat grooter dan de horizontale, en meende ook, dat de horizontale meridiaan wat sterker gekromd was.

Bekend zijn verder de gevallen, door HAYS toegevoegd

1) *Monthly Journal*, 1847, p. 891.



aan de Americaansche editie van 't werk van LAURENCE 1). Het eerste heeft betrekking tot een' geestelijke, wiens beschrijving ons een voortreffelijk beeld geeft van enkelvoudig myopisch astigmatisme. Met het bloote oog ziet hij verticale, met een concaaf glas horizontale lijnen duidelijk. Dat hij niet te gelijk beide lijnen scherp waarnam, was hem ontgaan, totdat, bij 't gebruik van negatieve glazen, de duidelijkheid zich omkeerde. Na eene scherpzinnige analyse van zijn geval, komt onze lijder tot het resultaat, dat hij een sphaeroidisch of cilindrisch glas tot correctie zou behoeven, maar waagt niet, te beslissen, of het convex dan wel concaaf zou moeten zijn. De aantekening van HAYS bepaalt zich tot de mededeeling, dat de opticus ALLISTER hem een plan-cilindrisch (positief of negatief?) glas sleep, en dat hierdoor het gezigt aanmerkelijk werd verbeterd.

„Wij hebben,” zoo gaat HAYS voort, „in 't laatste jaar „twee gevallen gezien, waarin hetzelfde gebrek bestond. Het „eerste betrof eene jonge dame, oud 16 jaren, welker ge- „zigtsscherpte zooveel te wenschen overliet, dat hare opvoe- „ding er onder lijden moest. Ik bragt haar bij den Heer „ALLISTER, en vond, dat, met behulp eener sterke bi-concave „lens, het linker oog vrij wel zag, dat daarentegen noch „concaaf noch convex glas te vinden was, waarmede 't reg- „ter oog een' gewonen druk kon onderscheiden. Van twee „donkere, zich overkruisende lijnen van gelijke lengte, scheen „de verticale haar langer te zijn, dan de horizontale. De „Heer ALLISTER haalde eenige figuren voor den dag. Nu „bleek het, dat een cirkel zich aan haar vertoonde als een „staand ovaal, en dat alle figuren in de verticale rigting „verlengd, in de horizontale verkort waren. Bij geluk had

---

1) LAURENCE, *On Diseases of the Eye*, edited by J. HAYS. Philadelphia. 1854, p. 669.



„de Heer ALLISTER eenige plan-concave cilindrische glazen „bij de hand, en spoedig was er nu een gevonden, dat de „vorm herstelde. Zij kreeg een bril met een bi-concaaf glas „voor het linker, en een plan-concaaf cilindrisch glas voor „'t regter oog, met behulp waarvan elk oog afzonderlijk een' „gewonen druk kon lezen, — maar beter nog beide oogen „te gelijk.

„Het tweede geval kwam voor bij een Heer van 50 jaren, „die mij wegens ontsteking van zijn beste oog consulteerde en „verklaarde, dat het andere hem altijd slecht gediend had. „Bij 't onderzoek bleek mij, dat dit oog gelijk was aan dat „van 't vorig geval, behalve dat de voorwerpen hier in de „breedte vertrokken waren.”

Buiten de bovenstaande gevallen heeft de litteratuur nog slechts één enkel aan te wijzen, dat op 't vaste land van Europa is waargenomen. Het werd beschreven door den geestelijke SCHNYDER van Menzberg (Zwitserland, kanton Lucern), die deze anomalie bij zich zelve ontdekte 1). Hij was bijziende voor verticale, verziende voor horizontale lijnen. Tot correctie gebruikte hij bi-convexe cilindrische glazen, in vereeniging met bi-concave sphaerische. Welken brandpuntsafstand die glazen hadden, vind ik niet opgeteekend. De Heer SCHNYDER had geen ander middel ter ontdekking dan de proef, dat horizontale en verticale draden niet op gelijken afstand duidelijk werden onderscheiden. Tot bepaling der vereischte glazen schijnt hij onderzocht te hebben, welke glazen hij behoefde, om horizontale, welke om verticale draden, op gelijken afstand geplaatst, scherp te zien.

---

1) *Ann. d'Oculistique*. T. XXI, p. 222. Bruxelles 1849, — overgenomen uit de *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, die mij niet ten dienste stonden.



Ik zou hiermede de geschiedenis onzer kennis van 't astigmatisme kunnen besluiten. Andere feiten zijn mij althans niet bekend geworden. 't Komt mij evenwel voor, dat nog eenigzins nader moet worden vermeld, wat omtrent den zetel door verschillende schrijvers werd aangenomen of vermoed.

Zoo als men van AIRY kon verwachten, — bij gebrek aan voldoende gronden, heeft hij wijselijk zich onthouden, omtrent den zetel der asymmetrie eenig oordeel uit te spreken. Hij schijnt ook geene poging te hebben aangewend, om betrekkelijk dit punt tot zekerheid te geraken. GOODE daarentegen deelt ons mede, dat hij, in een geval van sterk ontwikkeld astigmatisme, te vergeefs trachtte, zich, uit den vorm van een spiegelbeeld, van bijzonder asymmetrie der cornea te overtuigen, en teregt verklaart hij zich daarom geneigd, den zetel er van in de kristallens te zoeken.

In het door HAMILTON beschreven geval onderzocht Dr. THOMPSON de cornea, welker verticale afmeting hij iets grooter vond dan de horizontale, „being shaped somewhat irregularly, and the diameter projecting slightly upwards and „inwards.” HAMILTON voegt er bij: „Dr. THOMPSON thought „he perceived a somewhat more marked curvature of the „cornea in the transverse diameter.” Naar welke methode het onderzoek geschiedde, is ons onbekend gebleven. De uitkomst intusschen moest doen vermoeden, dat de cornea niet vreemd was aan de asymmetrie.

WHARTON JONES 1) en WILDE 2), gaan nog verder: zonder nader onderzoek nemen zij aan, dat de grond van 't astigmatisme werkelijk in de cornea te zoeken is. Als een bekend

1) *Manual of ophthalmic Medecine and Surgery*. Edit. 2. London 1855, p. 352.

2) *Dublin Quarterly Journal of med.* Vol. XXVIII, p. 105.



feit stellen beiden op den voorgrond, dat de cornea in haren verticalen meridiaan een' kleineren krommingsradius heeft dan in den horizontalen, en verklaren nu het geval van AIRY (zelven namen zij geene gevallen waar) uit eene bijzondere ontwikkeling van genoemd verschil 1). Waaraan zij 't bewijs ontleenen voor het door hen op den voorgrond gestelde feit, is mij een raadsel gebleven 2). — WHARTON JONES gaf zijne verklaring slechts als eene vooronderstelling. WILDE daarentegen zegt uitdrukkelijk: „It is well known that the cornea „is not a correct surface of revolution but that the curvature of its horizontal plane is less than that of its vertical. „When this exceeds the normal extent, it gives rise to irregular refraction, causing a circle to appear an oval,” etc.

1) Wat W. JONES (*Cyclopaedia of practical Surgery*, Art. *Cornea*, p. 832) beschrijft als „a case of cylindrical deformation of the cornea, produced by injury” kan hier niet in aanmerking komen.

2) Voor zoo ver ik weet, was, bij de mededeeling van JONES en WILDE, nog slechts van ééne cornea de krommingsradius in den verticalen en in den horizontalen meridiaan bepaald — en wel door SENFF (verg. VOLKMANN, Art. *Sehen*, S. 271 in WAGNER's *Handwörterbuch der Physiologie*. 1846). Hierbij was de radius in den verticalen meridiaan naauwelijks kleiner gevonden. Hoe weinig daarenboven aan ééne waarneming te hechten was, bleek uit het onderzoek van KNAPP, die in de grootste helft zijner bepalingen den radius in den verticalen meridiaan grooter vond. Eerst na de talrijke door ons gedane metingen is het dus geoorloofd, te beweren, dat doorgaans de horizontale meridiaan den grootsten radius heeft. — Een werkje intusschen, dat ik op meer dan eene plaats geciteerd vond, heb ik niet kunnen raadplegen: ik bedoel GERSON, *De forma corneae*. Göttingen 1810. MACKENZIE (l. c. p. 926) ontleende hieraan het feit, dat FISCHER horizontale en verticale lijnen niet te gelijk duidelijk zien kon. Er is hier dus sprake van astigmatisme. Deze omstandigheid, in verband gebracht met den titel van het werkje, doet wel vermoeden, dat GERSON den zetel er van zocht in de cornea. Heeft men wellicht hier gronden te zoeken voor de bewering van WHARTON JONES en van WILDE? Mij dunkt, 't is niet te vermoeden, dat de vorm der cornea door GERSON voldoende zou bepaald zijn, — minder nog, dat latere schrijvers daarvan zouden hebben gezwegen.



WILDE was dermate van de juistheid dezer meening overtuigd, dat hij niet aarzelde, den door WHARTON JONES gekozen naam van *cylindrical eye* door *cylindrical cornea* te vervangen.

Dat, behoudens eenige uitzonderingen, WHARTON JONES en WILDE de waarheid getroffen hebben, is uit ons onderzoek gebleken. Maar zal hun dit als eene verdienste mogen worden toegerekend? Mijns bedunkens, gaf de waarneming van YOUNG, op zijn eigen oog veeleer aanleiding, den zetel te zoeken in de kristallens, en, zoolang de asymmetrie der cornea niet voldoende door meting gebleken was, scheen het voorzigtig, zich daaraan te houden. Hunne bewering was dus zeer gewaagd. Men ziet, ook in de wetenschap geldt soms het „*fortuna juvat audacem*.“





**Aanwijzing tot het verkrijgen van  
cilindrische glazen.**

---

Ik heb eenige moeite gehad, om in 't bezit te geraken der vereischte glazen. Van vruchteloze pogingen, van ondervondene teleurstellingen, van niet nagekomen beloften wil ik niet gewagen. 't Zij genoeg, hier aan te geven, hoe en onder welke aanwijzing men zich, binnen betrekkelijk korten tijd en tegen betrekkelijk matigen prijs, al de boven beschrevene vormen van glazen verschaffen kan. Dit nu kan geschieden door tusschenkomst van den Heer DANIEL LOEB, Kloveniersburgwal bij de Raamgracht, N<sup>o</sup>. 37, te Amsterdam. Deze Commissionair was mij aanbevolen als een *fac-totum* en heeft mijne verwachting niet teleurgesteld. Ik weet, dat hij de glazen te Parijs laat slijpen, maar de naam van den „ouvrier”, dien hij heeft opgezocht en voor 't vervaardigen dezer glazen gewonnen heeft, is mij onbekend gebleven. Zal men het den Heer LOEB euvel duiden, dat hij daarvan een geheim maakt en er openhartig voor uitkomt, daarmede zijn voordeel te bedoelen? Van zijn standpunt, is die handelwijs misschien te billijken. 't Is intusschen hoogst belagchelijk, dat een Parijzenaar, die deze glazen mogt behoeven, om den kortsten weg te gaan, zich aan een' Amsterdamschen Commissionair zou moeten wenden, die ze te Parijs zou bestellen, te Amsterdam ontvangen en, ten slotte, weêr naar Parijs



verzenden, — misschien zelfs tot in de woning, waar ze gefabriceerd zijn. Trouwens, aan dit monopolie zal spoedig een einde zijn. Ik vooronderstel toch, dat weldra een genoegzaam aantal cilindrische glazen zullen worden voorgeschreven, om een tal van slijpers op te wekken, ze te vervaardigen 1). De meest vereischte nummers van biconvexe en biconcave glazen zullen bij alle handelaars in brillen in voorraad moeten zijn. De sphaerisch-cilindrische en bicilindrische zullen voor ieder, die ze behoeft, na naauwkeurige bepaling, afzonderlijk moeten besteld worden.

Verlangt men ze van den Heer LOEB, zoo vrage men ze onder de Fransche benamingen, die ik hier, in eenige voorbeelden, volgen laat.

- $\frac{1}{10} c$ , als *verres cylindriques convexes*, n°. 10, (*biconvexes* of *plan-convexes*, naar verkiezing).  
 $-\frac{1}{12} c$ , als *verres cylindriques concaves*, n°. 12, (*biconcaves* of *plan-concaves*, naar verkiezing).  
 $\frac{1}{10} c \sqcap -\frac{1}{18} c$ , als *verres bicylindriques concavo-convexes*, n°. 20 et n°. 16, *axes croisés*.  
 $\frac{1}{8} s \subset \frac{1}{10} c$ , als *verres sphaero-cylindriques convexes*, n°. 16. et n°. 20.  
 $-\frac{1}{10} s \subset -\frac{1}{30} c$ , als *verres sphaero-cylindriques concaves*, n°. 20 et n°. 30.

Men rekene niet te veel op juiste voldoening aan de gegevene orders. De eerste malen ontving ik telkens andere glazen als ik verlangde, maar zelfs bij de laatste bezending waren er nog velen, die niet aan de opgaaf beantwoordden. Ik heb nu op nieuw de vergissingen aangewezen en schriftelijk verklaard, en vertrouw, dat we zoo alweder eene schrede nader tot het doel zullen geraakt zijn.

1) Men weet, dat, wat men van lensen behoeft, men zich, onder anderen, nooit te vergeefs wendt aan den Heer STEINHEIL te München, en dat al wat uit zijne fabriek komt matig berekend en met zorg bewerkt is.







verzenden, — misschien zelfs tot in de woning, waar ze gefabriceerd zijn. Trouwens, aan dit monopolie zal spoedig een einde zijn. Ik vooronderstel toch, dat weldra een genoegzaam aantal cilindrische glazen zullen worden voorgeschreven, om een tal van slijpers op te wekken, ze te vervaardigen 1). De meest vereischte nummers van biconvexe en biconcave glazen zullen bij alle handelaars in brillen in voorraad moeten zijn. De sphaerisch-cilindrische en bicilindrische zullen voor ieder, die ze behoeft, na naauwkeurige bepaling, afzonderlijk moeten besteld worden.

Verlangt men ze van den Heer LOEB, zoo vrage men ze onder de Fransche benamingen, die ik hier, in eenige voorbeelden, volgen laat.

- $\frac{1}{10} c$ , als *verres cylindriques convexes*, n°. 10, (*biconvexes* of *plan-convexes*, naar verkiezing).
- $-\frac{1}{12} c$ , als *verres cylindriques concaves*, n°. 12, (*biconcaves* of *plan-concaves*, naar verkiezing).
- $\frac{1}{20} c \sqcap -\frac{1}{16} c$ , als *verres bicylindriques concavo-convexes*, n°. 20 et n°. 16, *axes croisés*.
- $\frac{1}{8} s \subset \frac{1}{10} c$ , als *verres sphaero-cylindriques convexes*, n°. 16. et n°. 20.
- $-\frac{1}{20} s \subset -\frac{1}{30} c$ , als *verres sphaero-cylindriques concaves*, n°. 20 et n°. 30.

Men rekene niet te veel op juiste voldoening aan de gegevene orders. De eerste malen ontving ik telkens andere glazen als ik verlangde, maar zelfs bij de laatste bezending waren er nog velen, die niet aan de opgaaf beantwoordden. Ik heb nu op nieuw de vergissingen aangewezen en schriftelijk verklaard, en vertrouw, dat we zoo alweder eene schrede nader tot het doel zullen geraakt zijn.

1) Men weet, dat, wat men van lensen behoeft, men zich, onder anderen, nooit te vergeefs wendt aan den Heer STEINHEIL te München, en dat al wat uit zijne fabriek komt matig berekend en met zorg bewerkt is.







