Optometers en optometrie

OPTOMETERS

EN

OPTOMETRIE.

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

NA MAGTIGING VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

Mr. J. A. FRUIN,

GEWOON HOOGLEERAAR IN DE REGTSGELEERDE FACULTEIT

MET TOESTEMMING VAN DEN ACADEMISCHEN SENAAT

EN

VOLGENS BESLUIT VAN DE GENEESKUNDIGE FACULTEIT,

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

Doctor in de Geneeskunde,

AAN DE HOOGESCHOOL TE UTRECHT,

DOOR

JAN WILLEM VERSCHOOR,

Geboren te Goes,

TE VERDEDIGEN

op Zaturdag den 1 Junij 1865, des namiddags ten 6½ ure.

SCHOONHOVEN.

S. & W. N. VAN NOOTEN.

1865.

Snelpersdrukkerij van P. W. van de WEIJER, Utrecht.

AAN

MIJNE OUDERS.

Aan het einde mijner Academie jaren, is het mij een aangename pligt, U allen, Hoogleeraren en Doctoren! wier onderwijs ik mogt genieten, mijnen innigen dank te betuigen, In het bijzonder U geachte Promotor Hoogleeraar DONDERS, zij mijnen warmen dank toegebragt. De hulpvaardigheid waarmede Gij mij bij de bearbeiding van mijn proefschrift ter zijde stond, de belangstelling die ik van U, in mijn studietijd zoo ruimschoots mogt genieten, kan ik niet genoeg waardeeren. Ik zeg U daarvoor openlijk dank.

INLEIDING.

De ideale toestand van het oog vooronderstelt, dat, bij volkomen ontspanning der accommodatie, evenwijdig invallende stralen op het netvlies worden tot vereeniging gebragt, en dat het tevens in staat is, zich zoodanig in te rigten, dat divergerende stralen, uitgaande van meer nabij gelegen punten, hun vereenigingspunt in het netvlies vinden.

De eerste voorwaarde geldt de refractie van het oog. In tweeledig opzigt kan het in zijnen bouw van dezen idealen toestand afwijken.

Evenwijdig invallende stralen kunnen, bij ontspanning der accommodatie, óf vóór het netvlies tot vereeniging komen (myopie), óf eerst achter het netvlies zamentreden (hypermetropie). Deze beide afwijkingen worden, zoo als men weet, onder den naam van ametropie zamengevat, en aldus aan den idealen refractie-toestand bij emmetropie tegenovergesteld.

Zeer eenvoudig is het voor ieder oog dezen refractietoestand de bepalen.

Hij is bekend, met de vaststelling van het verste punt

van duidelijk zien, bij evenwijdige gezigtslijnen, en dit verste punt heeft daarom eene absolute beteekenis. Terwijl het hier geldt *ontspanning* en niet *inspanning*, zou men ook ligt vooronderstellen, dat, onder alle omstandigheden, een gelijke en wel een volkomen graad hiervan zal worden verkregen, mits de gezigtslijnen evenwijdig zijn. Dit is echter niet het geval: hypermetropie heeft namelijk, eene onwillekeurige werking van den accommodatie-toestel ten gevolge, instinctmatig opgewekt door de behoefte aan duidelijk zien; en bij hypermetropen is het dus noodig, de accommodatie door een mydriaticum te paralyseren, om het ware verste punt, en daarmede den refractie-toestand van het oog, te vinden.

Veel zamengestelder is de tweede voorwaarde, voor het ideale oog gesteld.

Zij geldt de accommodatie; en om hare breedte te kennen moet, behalve het verste punt, ook het naaste punt van duidelijk zien worden bepaald.

Dit naaste punt komt in meer dan ééne beteekenis voor.

Vooreerst heeft men *een absoluut*, dat alleen bij het maximum van convergentie der gezigtslijnen te bereiken is.

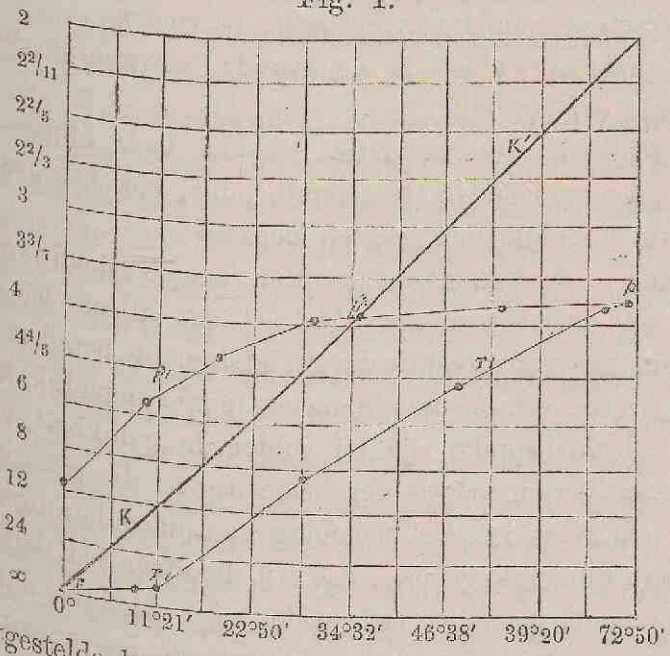
Ten tweede een *binoculair* naaste punt: eigenlijk kan hiervan slechts sprake zijn bij voldoende gelijkheid van refractie en accommodatie der beide oogen, die trouwens meestal aanwezig is. De benaming van binoculair digtste punt leert duidelijk genoeg, dat wij daardoor het digtste punt verstaan, hetwelk, met beide oogen tegelijk, dat is bij eene aan den afstand beantwoordende convergentie, scherp gezien wordt. Bij het maximum van convergentie kan dan elk der beide oogen nog eene sterkere inspanning der accommodatie verkrijgen; maar het scherp geziene punt ligt dan verder van het oog dan het convergentie-punt.

Eindelijk zijn er nog een aantal relatief digtste pun-

ten, dat zijn de punten, waarvoor bij eene gegevene convergentie kan worden geaccommodeerd. Het is, namelijk, voldoende aangetoond, dat de accommodatie niet volstrekt aan de convergentie gebonden is, dat namelijk bij iedere convergentie de accommodatie nog eene zekere speelruimte heeft, de relatieve accommodatie genoemd, dat dus voor elke convergentie een naaste punt van duidelijk zien kan worden vastgesteld, en — wij moeten er bijvoegen — evenzeer een relatief verste punt.

Een en ander is aanschouwelijk gemaakt in nevenstaand schema (fig. 1), waardoor Prof. Donders de door hem

Fig. 1.



vastgestelde begrippen heeft verduidelijkt. Het stelt een jeugdig emmetropisch oog voor. De horizontale lijnen, met de cijfers aan de linker zijde, geven de afstanden van duidelijk zien aan. De verticale lijnen, met de daaronder geplaatste graden, vertegenwoordigen de convergentiehoeken der gezigtslijnen. De horizontale en verticale lijnen

snijden elkaâr in de diagonaal K K_1, van welke men naar links en naar beneden kan uitgaan, om te zien, aan welke afstanden de verschillende convergentie-hoeken beantwoorden.

De lijn p_1, p_2, p, is die der digtste punten; de lijn r, r_1, die der verste punten.

De afstand tusschen deze twee lijnen, in verticale rigting, geeft de relatieve accommodatie bij iedere convergentie. De afstand tusschen deze lijnen, in horizontale rigting, geeft het verschil in convergentie, waarbij voor gelijken afstand kan worden geaccommodeerd. Verder treffen wij hier in r het absoluut verste punt aan, in p het absolunt digtste punt en in p_2 het binoculair digtste punt. Eindelijk vinden wij de relatieve accommodatie-breedte, bij iedere convergentie, verdeeld in een positief gedeelte, voor zoo verre de lijn der relatieve accommodatie-breedte boven K_1, en een negatief gedeelte, voor zoo verre zij zich daaronder uitstrekt. Bij het binoculair digtste punt p_2 houdt het positieve gedeelte op; dat wil zeggen: dat men bij deze convergentie niet sterker kan accommoderen, dan tot het duidelijk zien op den daaraan beantwoordenden afstand vereischt wordt.

Het bovenstaande leert, dat de bepaling van het naaste punt meer ingewikkeld is dan die van het verste. En hierbij voegt zich nog eene zwarigheid van praktischen aard. Zij is deze: dat het moeijelijker is, iemand te bewegen tot het maximum van inspanning dan tot geheele ontspanning, terwijl vermoeijenis en verschil van ligchaamstoestand in het algemeen ook op den graad der door inspanning verkregen werking invloed zullen uitoefenen.

De methoden, om de punten van duidelijk zien onder verschillende omstandigheden te bepalen, en om in het algemeen scherp te onderscheiden, voor welken afstand het oog geaccommodeerd is, stellen daar wat men

optometrie noemt. De daarbij gebezigde werktuigen heeten *optometers*.

In den laatsten tijd zijn onderscheidene optometers aan de hand gedaan, die strekken moesten om óf alléén het verste punt (refractie-meters), óf ook het naaste punt van duidelijk zien te bepalen. De meeste hiervan hebben wij, onder de leiding van onzen promotor, den hoogleeraar Donders, beproefd, en wij stellen ons voor hier de resultaten mede te deelen, omtrent de bruikbaarheid dier werktuigen verkregen. Wenschelijk schijnt het evenwel, het onderwerp eenigzins ruimer op te vatten, en wij zullen dus handelen over optometers en optometrie in het algemeen. Daarbij zullen wij te onderscheiden hebben tusschen optometrie uit een praktisch oogpunt, dat is, ingerigt naar de behoeften van den oogarts, en optometrie uit een wetenschappelijk oogpunt, waarbij tot het beslissen van zekere wetenschappelijke vraagstukken een veel hoogere graad van naauwkeurigheid wordt vereischt.

Wij stellen ons voor, ons onderwerp te behandelen in de volgende Hoofdstukken.

I. Optometers naar het beginsel van de proef van Scheiner.
II. Optometers, gegrond op het oordeel bij het vrije zien.
III. Optometer van Donders tot het bepalen der relatieve accommodatie-breedte.
IV. Vergelijking van het vrije zien met de toepassing van het beginsel der proef van Scheiner.
V. Optometers, berustende op de chromatische en sphaerische aberratie van het oog.
VI. Refractie-meters van von Graefe en Burow.
VII. Optometrie bij astigmatisme.
VIII. Optometrische bepaling bij vermoedelijke simulatie of dissimulatie van ametropie.

I.

Optometers naar het beginsel van de proef van Scheiner.

Kepler is de eerste, die een juiste voorstelling had van het zien, door de tusschenkomst van omgekeerde beelden op het netvlies. Wel had Johannes Baptista Porta het oog met eene camera obscura vergeleken; maar hij liet de beelden op de voorvlakte der kristallens gevormd worden, en Maurolycus, die de werking van brillen het eerst op voldoende wijze verklaarde, geeft, ten einde eene hem paradox schijnende omkeering der beelden te vermijden, eene geheel verwarde verklaring van de werking der kristallens, om, ten slotte, de beelden op den nervus opticus en niet op het netvlies zelf te doen vallen.

Het is naar aanleiding der vraag: waarom verzienden met bolle, bijzienden met holle glazen scherper onderscheiden, door D. Ludovicus L. B. a Dietrichstein, Kepler noemt hem Maecenatum meorum praecipuus, in 1601 voorgelegd, dat de groote wiskundige, onafhankelijk

van Maurolycus, tot eene juiste theorie van het zien gevoerd werd. Hij begreep het verschil tusschen bijzienden en verzienden, en sprak de noodzakelijkheid uit van inwendige verandering in het oog, om verwijderde en nabij gelegene voorwerpen duidelijk te zien. Van hen, die dit vermogen hebben, zegt hij uitdrukkelijk: „Oculum et sanum habent et „figura mobilem."

Eenige jaren later (1619) deelde de beroemde pater Chr. Scheiner 1) de merkwaardige proef mede, dat hij, door vele openingen ziende, digter bijeen in een kaart gestoken dan de grootte der pupil bedraagt, van verwijderde voorwerpen even zoovele beelden ziet, en daarentegen slechts een beeld van een voorwerp in de nabijheid. Het blijkt hieruit, dat Scheiner, even als, naar een opmerking van Prof. Donders de meeste oude schrijvers over physiologische optica, bijziende was. Spoedig moest het nu blijken, dat de afstand, waarop door onderscheidene openingen enkel wordt gezien, voor onderscheidene oogen verschillend is. Bij de la Hire 2) lezen wij in 1685: „On enseigne ordinairement dans „l'Optique, que si l'on regarde une chandelle ou un autre „objet lumineux au travers d'une carte qui soit percée „de plusieurs petits trous, on verra cet objet autant de „fois multiplié, qu'il y aura de trous dans la carte, pourvu „que la distance entre ces trous ne soit pas plus grande „que l'ouverture de la prunelle, ce qui arrive seulement „à ceux qu'on appelle *Presbytae* et *Myopes* qui-ont la „veuë trop foible ou trop forte: car ceux que l'on peut „estimer avoir la veuë fort bonne, qui doit consister à „n'estre ni trop foible ni trop forte, ne voyent qu'un

1) Oculus, s. fundamentum opticum. (Oudste uitgaaf). 1618.
2) Journal des Sçavants, Amsterdam, 1685, p. 355.

„seul objet au travers de mêmes trous." Hij stelt daarbij als voorwaarde, dat de kaars zich op den afstand van minstens drie voet bevinde: „car autrement pour ceux „qui ont la veuë trop forte l'objet pourroit estre si proche „de l'oeil qu'ils n'en verroient qu'un au travers des trous „de la carte."

De la Hire onderzoekt nu verder, welk positief en welk negatief glas het oog behoefde, om op dien afstand van 3 voet door eenige openingen enkel te zien. Wij herkennen hierin reeds eene soort van optometrie. Voor e la Hire, die de inwendige veranderingen in het oog ontkent 1), moest zij zelfs eene zeer volkomene schijnen, die zeer wel strekken kon, om eene allezins voldoende aanwijzing te verkrijgen ten aanzien der voor het onderzochte oog vereischte glazen.

---

1) Het was juist op grond der uitkomsten, met de proef van Scheiner verkregen, dat de la Hire het accommodatie-vermogen ontkende. Naar zijne bewering kan een ieder, die een goed gezigt heeft, zich gemakkelijk overtuigen dat hij een voorwerp op den afstand van een of twee voet even duidelijk ziet als op dien van vijf of zes voet, en desniettegenstaande, zegt hij, is het zeker, dat hij een voorwerp door onderscheidene openingen niet op den afstand van een tot zes voet enkel zien kan. Hij besluit hieruit, dat de oogbol en de kristallens niet van vorm veranderen, om voorwerpen, op verschillende afstanden gelegen, scherp te zien. Overigens begreep de la Hire zeer wel de beteekenis der proef van Scheiner, en het schijnt dus minder juist, wanneer Emil Wilde (Geschichte der Optik. Berlin 1838. B. I. S. 215) Jacob de la Motte en van Mussenbrock als de eersten noemt, die de proef van Scheiner juist verklaarden. Men vindt echter bij de la Hire nog niet, dat, wanneer van twee naast elkander staande openingen de eene gesloten wordt, bij accommodatie voor een te nabij gelegen punt, het beeld der zelfde zijde, — voor een te ver afgelegen punt, dat der tegenovergestelde zijde verdwijnt.

Een werkelijk instrument bestemd, om de grenzen van duidelijk zien te bepalen, werd het eerst door Porterfield aan de hand gedaan.

Reeds in zijn Treatise on the Eye Vol. 1, pag. 423 geeft Porterfield te kennen, dat hij proeven omtrent den afstand van duidelijk zien wenscht te doen: „by Means of an Instrument I had contrived for that Purpose; which from its Use in measuring the Limits of distinct Vision, and in determining with great Exactness the Strength and Weakness of Sight, may be called an Optometer; but I was then interrupted, and I have not now time to take those things into further Consideration." Later 1) beschreef hij het werktuig, waarvan hier het denkbeeld wordt aangegeven.

Gewijzigd door Young 2), bestaat deze optometer uit een stuk carton of ivoor, ongeveer 8 duim lang en 1 duim breed, over de geheele lengte in het midden met een zwarte streep voorzien, die niet te dik moet zijn.

Het eene uiteinde van het papier wordt zoo ingesneden, dat het middelstuk bijna loodregt kan omgebogen en in dien stand door zijstukken bevestigd worden, of wel er wordt hier een afzonderlijk opstaand stuk meê verbonden.

In dit opstaand stuk wordt een gat geboord van ongeveer een halven duim in het vierkant, en terzijde hiervan worden insnijdingen gemaakt, waar door een stuk papier kan geschoven worden, in hetwelk zich spleten bevinden van $^1/_{40}$ tot $^1/_{10}$ duim breed en door iets breeder

---

1) Med. Essays, Vol. IV, pag. 180.
2) Young. Phil. Transactions. 1801. pg. 35.

ruimten van elkander gescheiden. In het van ivoor vervaardigd instrument vervangt een koperen plaatje met spleten het papier, en dat loopt in gleuven achter de centrale opening. Ieder waarnemer kan daaruit de groepen van spleten kiezen, welke het best voor de grootte zijner pupil passen. Om het werktuig voor presbyopische oogen in te rigten, werd aan het andere uiteinde insgelijks een opstaand stuk gemaakt, voorzien met eene lens van 4'' brandpuntsafstand, en eene schaal aangebragt, die de punten van duidelijk zien door de lens tot die zonder lens reduceerde. Ten einde grootere lichtsterkte te hebben, werden spleten gebruikt in plaats van kleine ronde openingen, waarvan Scheiner zich bij zijne proeven bediend had.

Het oog fixeerde nu de overlangsche lijn en was blijkbaar geaccommodeerd voor het punt, waar deze enkel gezien werd. Tegenover dit punt werd de aanwijzer geplaatst, die langs de lijn verschuifbaar was, en met behulp daarvan werd het gezochte punt op de schaal afgelezen.

Young achtte dit werktuig geschikt, om den brandpuntsafstand te vinden van myopische en presbyopische oogen. Hij plaatste daarom naast de schaal den brandpuntsafstand der glazen, die presbyopen noodig hadden, om hun digtste punt op 8'' te brengen, en, van het andere uiteinde te beginnen, die, welke myopen behoefden, om op oneindigen afstand scherp te zien. Hij voegt er echter bij: „It cannot be expected that every person, on the „first trial, will fix precisely upon that power, which „best suits the defect of his sight. Few can bring their „eyes at pleasure to the state of full action or of perfect „relaxation: and a power two or three degrees lower „than that which is thus ascertained will be found suffi-

„cient for ordinary purposes". Het blijkt hieruit, dat Young zelf het hoofdgebrek van zijnen optometer zeer wel kende 1).

Op hetzelfde beginsel berust de optometer van S. Stampfer 2), uitvoerig beschreven door Muncke, in Gehlers Phys. Wörterb. Leipzig. 1828. B. VIII. S. 751. Deze optometer bestaat uit een buis van 10 duim lengte, waarin eene tweede van gelijke lengte verschuifbaar is. Digt bij het oog bevindt zich eene convexe lens van 5 duim brandpuntsafstand, bedekt door een metalen plaat, waarin insnijdingen van $^1/_3$ lijn breedte, op genoegzaam een halve lijn van elkander verwijderd. De binnenste buis is door een metalen plaat afgesloten, waarin zich eene enkele spleet van hoogstens $^1/_{20}$ lijn breedte bevindt, volkomen evenwijdig aan de beide genoemde spleten; het uiteinde is door een mat glas afgesloten. Keert men dit glas naar het daglicht, dan ontvangt het oog het licht eener spleet en wel door de beide achter de lens aanwezige spleten, en ziet de eerstgenoemde smalle spleet daarom dubbel, wanneer het oog voor dien afstand niet juist geaccommodeerd is.

---

1) Op het kabinet van physische werktuigen alhier bevindt zich een zeer net bewerkt exemplaar van Young's optometer, dat ons door Prof. v. Rees welwillend werd ten dienste gesteld. Het is eene slaafsche navolging van de afbeelding, door Young gegeven. De cijfers voor presbyopische oogen beantwoorden aan het bovengezegde. De aanwijzing der glazen voor myopische hebben wij, ondanks alle pogingen, noch uit het werk van Young, noch uit de getallen van den optometer kunnen begrijpen. Het opstaand stuk kan onder zoodanigen hoek gesteld worden, dat men, evenwijdig met de as, door de convexe lens ziet.

2) Jahrbücher des polyt. Instituts. Wien. Th. XVII. S. 35. Wij hebben slechts de beschrijving van Muncke kunnen raadplegen.

Door verschuiven der eene buis in de andere worden aldus de grenzen van duidelijk zien bepaald. 1)

Stampfer wil dit werktuig aanwenden, om aanwijzing te verkrijgen omtrent de benoodigde brillen. Hij schijnt daarbij een' gemiddelden afstand van duidelijk zien op het oog te hebben. Immers hij vangt aan met de buis een weinig uit te trekken, zoodat het instrument voor bijzienden is ingerigt, en schuift nu gelijkmatig en voortdurend uit, tot de lichtlijn zich enkel vertoont, daarbij verbiedende, wanneer men te ver heeft uitgeschoven, onder terugschuiven het punt op te zoeken. Men moet dan de proef op nieuw beginnen. Wat personen „von anerkannt gutem Gesichte" hierbij aangeven, wordt ten gronde gelegd, om te berekenen, welke glazen diegenen noodig hebben, die in gelijke proef bij een anderen graad van inschuiving de lijn enkel zien.

Het blijkt hieruit, dat men van den aanvang af vooral een praktisch doel met den optometer wilde bereiken. Wij zullen over die poging zoo aanstonds een woord in het midden brengen. In de eerste plaats hebben wij echter met de optometrie zelve te doen, en is het de vraag, in hoeverre de instrumenten van Young en Stampfer leeren: 1°. of men voor een bepaald punt is geaccommodeerd, 2°. welke de accommodatie-grenzen zijn van het oog.

Wij hebben in die instrumenten te beoordeelen: het gekozen voorwerp en de methode. Wat het voorwerp betreft, is eene lichtlijn niet gunstig, althans niet, wanneer ze zeer helder is. Het door irradiatie verbreed gedeelte maakt, namelijk, al is het licht-zwakker, een'

---

1) Ook van dit werktuig stond ons een exemplaar van het kabinet van physische werktuigen alhier ten dienste.

genoegzaam gelijken indruk op het netvlies als het licht-sterkere gedeelte, en twee digt bijeen gelegene helle lijnen vloeijen dus lichtelijk in een. De zwarte draad op een licht vlak, door Young gekozen, voldoet beter.

Terwijl men schuin van boven op het plaatje ziet, kan men den schuiver juister tegenover de plaats stellen, waar de draad enkel wordt gezien dan wij a priori vermoedden.

De methode, berustende op het beginsel der Scheiner'sche proef, heeft meer dan een bezwaar. Vooreerst is vergissing mogelijk voor minder geoefenden, die niet altijd zorgen, dat de beide spleten zich zoo tegenover de pupil bevinden, dat het voorwerp werkelijk dubbel gezien wordt. Treviranus 1) maakte hierop reeds opmerkzaam. Bij den optometer van Young is hiervoor echter minder gevaar, wijl het er op aan komt, te bepalen, wáár eene overkruising te zien is. In de tweede plaats laat de beoordeeling in naauwkeurigheid te wenschen over, wijl reeds eenige onzuiverheid van het beeld bestaat, vóór men het dubbel ziet, zoodat men, behoorlijk accommoderende, het digtste punt te nabij, het verste te verwijderd en dus de accommodatie-breedte te hoog schat. Weder is dit op den draad van Young, waar men het midden zoekt tusschen de divergentie vóór en achter de overkruising, niet van toepassing. Op dit voordeel komen wij nog terug. Ten derde, is veel oefening noodig, om, bij het zien door twee openingen of twee spleten, en voorts bij het zien door eene lens, zonder juiste voorstelling van den afstand van het voorwerp, voor het verste en voor het digtste punt te accommoderen. Weinigen bereiken volkomen ontspanning, alvast, dewijl zij zich het voorwerp niet op oneindigen afstand denken en alzoo met eene

1) Treviranus, Biologie. B. V. p. 506.

zekere convergentie eene zekere accommodatie blijven verbinden. Nog kleiner is het aantal dergenen, die het maximum van accommodatie bereiken, 'twelk aan het maximum van convergentie verbonden is, en het is geheel toevallig, dat iemand voor het naaste binoculaire punt zou accommoderen. Deze bezwaren zijn door Volkmann 1) reeds voor een deel geopperd en, onder anderen, door von Graefe 2) nader in het licht gesteld. Bij het vrije zien alleen, terwijl men de afstanden juist beoordeelt en goed weet, wat men scherp te zien heeft, volgt de accommodatie, zoo ver zij daartoe in staat is, en bij niet bijzonder geoefenden zijn dus op deze wijze alleen de verste en digtste punten naar waarheid te bepalen.

Stampfer stelde zich niet eens dien eisch. Hij wil slechts het punt kennen, waarvoor het oog accommodeert, terwijl het geen voorwerp hoegenaamd duidelijk zien kan, en brengt nu, in zekeren zin, een voorwerp verder en verder af, tot het op den vereischten afstand voor het oog komt. Zoo zou eene distantia distinctae visionis, een gemiddelde afstand van duidelijk zien, bepaald worden. Klaarblijkelijk hangt het voor een groot deel van het toeval af, voor welken afstand tusschen r en p het oog, dat doelloos in een buis ziet, zal zijn geaccommodeerd, aangenomen nog, dat het tegen het naderen der enkele beelden niet bemerkt, dat het, door sterker te accommoderen, de werking der schroef kan te gemoet komen. Het behoeft ook wel geen betoog, hoe onweten-

---

1) Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtsinnes. Leipzig 1836. S. 208.

2) Archiv f. Ophth. B. II. H. 1. S. 160 u. f.

schappelijk en onpraktisch het is, uit één zoodanig toevallig punt te willen afleiden, welke glazen iemand behoeft. Het éénige wat men zeggen kan is dit: dat, *in het algemeen*, hoe sterker de bijziendheid en hoe grooter de accommodatie-breedte is, des te digter punt zal worden gekozen. Maar het is ons niet te doen, om het gemiddelde der waarnemingen van een honderdtal personen, maar om eene juiste waarneming bij ieder persoon. Het werktuig, dat wij gelegenheid hadden te onderzoeken, verdient geenszins den roem, daaraan door Muncke in zoo ruime mate toegekend.

De wijze daarentegen, waarop Young voor bijzienden en vérzienden de vereischte brillen wil bepalen, moge niet geheel voldoende zijn, zij berust op een helder begrip der zaak en laat de meeste pogingen ook van latere onderzoekers ver achter zich. Van myopen bepaalt Young het verste punt, dat juist myopen met behulp van een optometer het zekerst aangeven en brengt dit door glazen op oneindigen afstand. Van presbyopen bepaalt hij het naaste punt, dat deze als van zelf trachten te bereiken, wanneer zij zich een voorwerp in de nabijheid denken, — en als vereischte glazen berekent hij die, welke het gevonden punt op 8″ van 't oog brengen. Voegt hij er bij, dat men doorgaans twee of drie nummers zwakker geven kan, dan is hiermede gezegd, dat men de myopie niet volkomen moet neutraliseren, en dat voor presbyopen, bij beperkt accommodatie-gebied, de afstand van 8″ wel wat klein is. Dit is alles juist en goed. De gebreken van den optometer zijn daarbij tot een minimum gereduceerd, en de grondslagen zoowel als het doel zijn onberispelijk. Aan hypermetropen alléén kon niet worden gedacht, omdat ze niet bekend waren, en de beteekenis der relatieve accommodatie-breedte kon niet in aanmerking wor-

den genomen, omdat het begrip daarvan uit onderzoekingen omtrent het verband tusschen convergentie en accommodatie nog volgen moest. Maar onmiskenbaar spreekt uit dezen kleinen trek al weder de doordringende en zekere blik van den genialen man.

II.

Optometers, gegrond op het oordeel bij het vrije zien.

De spierzamentrekking, als zoodanig, is nooit willekeurig. Zij is veeleer het middel, dat onwillekeurig in werking treedt, om een doel, dat wij ons voorstellen, te bereiken. De juistheid dezer opmerking komt te duidelijker aan den dag, hoe meer de spierwerking en de daaruit voortvloeijende beweging voor onze eigene waarneming verborgen zijn. Het blijkt uit de bewegingen der oogen, die zich rigten op hetgeen wij zien willen, maar bij vele menschen moeijelijk gehoorzamen, buiten de voorstelling van een waar te nemen voorwerp; uit de spieren van 't gelaat, die slechts in beweging komen — onwillekeurig zou men zeggen — bij werking van den geest of aandoeningen van 't gemoed; — en 't allermeest uit de accommodatie. Zeg iemand, voor de nabijheid, voor een voorwerp op afstand zijne oogen in te rigten, — zonder voorafgaande oefening is hij daartoe niet in staat. De accommodatieve beweging treedt daarentegen als onwillekeurig in werking, zoodra ze strekken moet, om het aanwezige voorwerp scherp te zien. Maar zal dit stellig gebeuren, dan is daartoe tevens eene juiste voorstelling

noodig van den afstand, waarop het zich bevindt. Die juiste voorstelling nu bestaat alléén bij het vrije zien. Het vrije zien is daarom de conditio sine quâ non, om zeker te zijn, dat iemand zijn accommodatie-vermogen tot volkomene ontspanning en tot de sterkst mogelijke inspanning brengt. Dit is de voornaamste grond, waarom men voor het onderzoek der accommodatie-grenzen meer en meer aan het vrije zien de voorkeur heeft gegeven boven optometers.

Jurin 1), wien de onderzoekingen van Porterfield niet onbekend waren, heeft daarmeê reeds een begin gemaakt. Hij erkent in den optometer, naar het beginsel der proef van Scheiner ingerigt, een voortreffelijk middel, om zich van 't bestaan eener inwendige verandering van het oog te overtuigen. Maar om de grenzen der accommodatie te vinden, acht hij die proef niet geschikt. Hij weêrlegt de meening van Porterfield, dat het verste punt, waarvoor een normaal oog kan accommoderen, op niet meer dan 27″ van het oog zou liggen, en maakt zeer juiste opmerkingen omtrent de mogelijkheid van ook bij onvolkomen accommodatie te lezen.

Bij de bepaling der accommodatie-grenzen met behulp van het vrije zien, moet men onderscheid maken tusschen de bepaling van 't verste punt en die van het digtste punt.

Tot de bepaling van het verste punt moet men op grond van de boven gestelde eischen eigenlijk een oneindig verwijderd voorwerp bezigen. Heldere sterren zouden daarvoor boven alle andere voorwerpen te verkiezen zijn: daarbij zal de voorstelling van oneindigen afstand zeker niet ontbreken. Maar, afgezien van zekere praktische bezwaren, zijn niet altijd de sterren helder aan den hemel te

1) Smith. Cours Complet d'optique. Paris 1767. Tom. I. p. 261.

zien. Daarom stelt men zich tevreden met betrekkelijk verwijderde voorwerpen, en bereikt daarmede dan nog het voordeel, van, door letters van bekende grootte te nemen, bovendien de gezigtsscherpte te bepalen, waardoor men tevens controle verkrijgt over de juistheid der accommodatie. De afstand van 20 voet mag zeker toereikend worden geacht. Eene convergentie op dien afstand heeft nog geen wezenlijken invloed op het accommoderen, en, om juist te gaan, kan men den invloed van dien afstand als $\frac{1}{240}$ in rekening brengen. Het voorwerp, als letter of cijfer, is ook voor gewoon onderzoek geheel voldoende. Lijnen van naar den afstand geëvenredigde breedte geven zeker geen naauwkeuriger resultaat, ten zij het om de kennis der breking in een' bepaalden meridiaan te doen is, en men mist daarbij de honderd en één kleine aanwijzingen die men, na eenige ervaring, weet te ontleenen aan het kennen van deze, het niet onderscheiden van gene letters van gelijke grootte, en vooral van het regelmatig terugkeeren van bepaalde vergissingen op de grenzen van het zien, die ons ook al aanstonds leeren, of wij tegen bedrog moeten gewapend zijn.

Hiermede is niet gezegd, dat onder alle omstandigheden aan letters de voorkeur te geven is. Waar het geldt, ten behoeve van wetenschappelijke vraagstukken, eene groote naauwkeurigheid te bereiken, gebruikt men een klein lichtpunt, door reflexie of op andere wijze te verkrijgen. Steinheil heeft daarvoor een' kleinen spiegelenden bol vervaardigd. Het is bekend, dat zulk een lichtpunt, buiten scherpe accommodatie gezien, stralen uitzendt, die genoegzaam verdwijnen bij volkomene accommodatie. Helmholtz 1) deed opmerken, dat

1) Physiologische Optik (Separat. Abdruck) S. 101.

wanneer men daarbij een plaatje voor het oog schuift, de stralen van dezelfde zijde beginnen te verdwijnen, ingeval men voor een digter punt, van de tegenovergestelde zijde, ingeval men voor een meer verwijderd geaccommodeerd is, en dat genoegzaam gelijkmatige verduistering over het geheele vlak ontstaat, wanneer de accommodatie volkomen scherp is. Intusschen is voor geoefenden deze contrôle niet noodzakelijk: zij onderscheiden duidelijk genoeg, wanneer in ééne rigting de stralen zich juist weder beginnen te overkruisen, terwijl zij in de tegenovergestelde rigting nagenoeg bij elkander gekomen zijn, en wanneer het lichtpunt de kleinste oppervlakte, met nagenoeg ronden, eenigzins hoekigen vorm verkregen heeft, — en zij herkennen hierin het bewijs, dat zij, zoo scherp als het astigmatisme toelaat, voor dit punt zijn geaccommodeerd.

Het lichtpunt, als voorwerp gekozen, laat eene kleinere speelruimte toe dan letters, en wanneer het te doen is, om het uiterste punt te bepalen, maakt men gebruik van die speelruimte en geeft een' iets grooteren afstand aan dan werkelijk bestaat. Wij zullen zien, dat bij de bepaling van het digtste punt insgelijks van die speelruimte wordt gebruik gemaakt, en ze daarbij nader behandelen.

Het is wel overbodig, hier op te merken, dat de ware ligging van het verste punt wordt afgeleid uit glazen (de zwakste concave en de sterkste convexe), die tot scherp zien op afstand worden vereischt, alsmede dat bij hypermetropie de accommodatie ook bij het zien op afstand niet geheel ontspannen wordt.

Door wien deze methode, om het verste punt, dat is de refractie van het oog, te bepalen, het eerst is ingevoerd, weten wij niet. Dit alléén kunnen wij zeggen,

dat op de kliniek van Prof. Donders nooit eene andere gevolgd is; maar naar zijne meening is zij, hiervan onafhankelijk, door andere opthalmologen, misschien zelfs reeds vroeger, ingevoerd.

De bepaling van het digste punt van duidelijk zien is aan meer zwarigheden onderhevig. In het algemeen geldt het de bepaling van het binoculaire digtste punt p^2. Om het absolute vast te stellen, moet men het vermogen bezitten, willekeurig tot het maximum te convergeren, of wel het moet geschieden met sterke convexe glazen, waarbij het absoluut digtste punt zoo nabij het oog ligt, als het maximum van convergentie. Ligt p_2 op meer dan 12″ van het oog, dan moet de bepaling in elk geval met convexe glazen geschieden, die p_2 op ongeveer 8″ brengen, welke glazen het oog in zijne accommodatie volstrekt niet belemmeren. Zijn breking en accommodatie der beide oogen uiteenloopend, dan moet de bepaling voor elk oog afzonderlijk plaats hebben. De verkregene uitkomst heeft dan echter geene bepaalde beteekenis, dewijl men niet zeker is van de convergentie, waarbij het digtste punt gevonden wordt. In het algemeen kon het als p_2 gelden, wijl het bedekte oog ook meestal ongeveer op het voorwerp gerigt wordt.

Als voorwerp is een gewone druk bij deze bepaling minder geschikt. Men kan namelijk binnen den afstand van het digtste punt nog zeer wel lezen, en het oordeel omtrent scherp zien is hierbij meestal onzeker. Ten einde in de gezigtsscherpte eenige contrôle te vinden voor de juistheid der accommodatie, moet althans de grootte der letters naar het verschil in afstand geregeld zijn, waarbij intusschen is op te merken, dat, wegens de vernauwing der pupil, de contrôle hier altijd minder afdoende is dan bij de bepaling van het verste punt. Voor de

gewone praktijk bedient Laurence 1) zich van een schoenmakersmaat, waarvan het aan eene zijde opstaande stuk is weggenomen en eene insnijding is gemaakt voor het oog van den patient, terwijl een kaartje met drukschrift op het schuifblokje is vastgekleefd. Laurence gebruikt als drukschrift alléén N°. 1 van Jaeger. Op grond van het bovengezegde, is het zeker verkieselijk, letterproeven te hebben naar het stelsel van Dr. Snellen, en wel van N°. 1 tot N°. $\frac{1}{6}$ of nog kleiner, waarvan dan, om volle gezigtsscherpte te hebben, N°. 1 op 12", N°. $\frac{1}{6}$ op 2" moet gezien worden. Zoodanige letterproeven zijn door photographie gemakkelijk van die van Snellen te vervaardigen, zoo als wij ook ten behoeve onzer proefnemingen met den optometer van Burow, later te beschrijven, hebben gedaan. Laurence heeft zeker regt, wanneer hij zegt, dat bij sterke myopie doorgaans amblyopie bestaat; maar, in strijd met hetgeen door hem wordt opgemerkt, vinden wij, dat toch doorgaans door de sterkste myopen de kleinste letters onderscheiden worden. In plaats van het werktuig onder het eene oog te plaatsen, kan men voorts aan het uiteinde eene insnijding maken voor den neus en zoo diep aanleggen, dat het nulpunt ongeveer aan het knooppunt der oogen beantwoordt, terwijl ook bij de verdeeling de afstanden der zijdelingsche ligging van de oogen wordt in acht genomen. Zoo dient het werktuig dan tot bepaling van p^2, wanneer het digt genoeg bij de oogen ligt, vooral dus bij myopen.

Een zoodanige optometer, naar het voorschrift van Prof. Donders, is zeer aanbevelingswaardig. Waar het binoculaire zien in de nabijheid ontbreekt, zoo als bij sterke myopen dikwerf het geval is, kan elk oog afzonderlijk

1) Optical Defects of the Eye. London, 1865. p. 40.

aan het uiteinde geplaatst worden, waarvoor dan eene afzonderlijke schaal is aangebragt.

Naar het beginsel, door Coccius 1) aangegeven, heeft von Graefe 2) zijn' bekenden *draad-optometer* ingerigt, die vrij algemeen gebruikt en door Knapp met een grooter aantal fijnere draden voorzien is. In de kliniek alhier is hij verbonden met een kleêrmakers-maat, die ter zijde van het hoofd naast het eene oog wordt aangelegd, terwijl de optometer in het sagittale vlak bewogen wordt. Men kan dan den gevonden afstand op de maat naauwkeurig genoeg aflezen. Wij moeten echter met Laurence instemmen, dat hij voor praktisch gebruik minder voldoende is dan kleine letterproeven; althans bij minder ontwikkelde personen. Vooral wanneer de letterproeven naar bovenstaande aanwijzing worden ingerigt, verdienen zij ver de voorkeur. Het kost dikwerf veel tijd, alvorens de personen zich daarbij rekenschap geven van het zien der veelvoudbeelden dezer draden en van de eigenlijke eischen van scherp zien. Welligt zullen geoefenden er scherpere uitkomsten mede verkrijgen dan met de letterproeven, maar toch ook bij draden voldoet de scherpte der uitkomsten niet aan de eischen bij wetenschappelijke vraagstukken. Von Graefe zelf heeft dit aangetoond en tevens verklaard. Men meent namelijk, nog scherp te zien, wanneer het voorwerp reeds binnen de grenzen van duidelijk zien gekomen is, en deze fout wordt des te grooter, hoe naauwer de pupil is. Gemakkelijk overtuigt men zich hiervan, wanneer men zijn digtste punt met een' draad-optometer bepaalt, terwijl men vlak voor het oog eene opening houdt

1) Der Augenspiegel. Leipzig 1853. S. 148 und 182.
2) Archiv für Ophthalmologie B. II. S. 162.

kleiner dan de pupil. De verklaring is eenvoudig. Over eene zekere lengte veranderen de beelden zoo weinig, dat men ze voor scherp blijft aanzien. Die lengte beantwoordt aan de accommodatie-lijn van Czermack. Zij is betrekkelijk kort, wanneer men, zoo als bij den draadoptometer, naar fijne draden laat zien, wijl daarbij het digtste punt voor een' bepaalden meridiaan gezocht wordt, en de invloed van het astigmatisme van het oog op de accommodatie-lijn dus is uitgesloten. Maar zij is desniettemin merkbaar, en zij is hier, zoo als altijd, eene functie van de middellijn der pupil, met welker toenemende grootte de verstrooijingscirkels aangroeijen en de accommodatie-lijn dus korter wordt.

Brengt men nu fijne draden digter en digter bij het oog, dan wordt de naaste grens, in plaats van het midden, der accommodatie-lijn als digtste punt aangegeven. Wij vinden hier dus hetzelfde, wat wij ook bij de bepaling van het verste punt met behulp van letters opmerkten (bl. 20), en het geldt hier zelfs in hoogere mate, omdat bij het zien in de nabijheid de pupil zich vernaauwt. De uitkomst is alzoo deze, dat, naar de gezegde methoden, de afstand van het verste punt R te groot en die van het digtste punt P te klein gevonden wordt, zoodat de accommodatie-breedte $\frac{1}{A} = \frac{1}{P} - \frac{1}{R}$ te groot uitvalt. Prof. Donders heeft reeds doen opmerken, dat dit op zijne bepalingen, betrekkelijk accommodatie-breedte op verschillenden leeftijd, waarbij hij deze methoden op een tal van personen, niet in waarnemen geoefend, meest toepassen, niet zonder invloed is.

In veel mindere mate drukt deze fout, wanneer men, in plaats van draden, zich van een lichtpunt bedient.

Boven, bij de bepaling van het verste punt, hebben

wij gezien, hoe dit bij juiste accommodatie wordt waargenomen. Hier hebben wij er slechts bij te voegen, dat Prof. Donders, tot het verkrijgen van lichtpunten, een weinig kwikzilver op een zwart fluweelen lapje tot fijne bolletjes uitstrijkt, waarin dan de achter den waarnemer geplaatste lichtbron (het mag zelfs een geheel venster zijn) wordt teruggekaatst. Oppervlakkig zou men meenen, dat de genoemde fout hierbij geheel afwezig blijven kon, daar de minste verandering in den ronden hoekigen vorm van het lichtpunt, — in zekeren zin, de gemiddelde van de breking in de verschillende meridianen merkbaar wordt; maar vergelijkende proeven leeren toch, dat bij het zien door eene opening, kleiner dan de pupil, zelfs tot 2" en 3", het digtste punt ook bij deze methode nader bij het oog gevonden wordt, zoodat ook bij de gewone middellijn der pupil het nog wel een minimum te digt zal worden bepaald. Von Gräfe 1) heeft daarom ook volkomen regt, wanneer hij beweert, dat, bij de naauwkeurigste bepalingen van P en R, na kunstmatige myosis door inwerking van Calabar, zelfs bij de alhier door goed geoefenden met lichtpunten genomene, de accommodatie-breedte, dien ten gevolge eene kleine fractie te groot is uitgevallen.

Gewoonlijk vindt men Lehot 2) en Holke 3) onder degenen vermeld, die bij de optometrie de proef van Scheiner ten gronde legden. Zoo ver wij het hebben kunnen nagaan, berust dit op eene dwaling.

Lehot noemt zijn werktuig *Opsiometer*, en er komt, onder dien naam, een afzonderlijk door Muncke ge-

---

1) Archiv für Opthalm. B. IX. S. 103.

2) Disquisitio de acie oculi dextri et sinistri in mille ducentis hominibus. Lipsiae 1830.

3) Nouvelle théorie de la vision. Paris 1825.

schreven artikel hierover voor in Gehler's Physikalisch Wörterbuch, dat wij, omdat het ons niet regt duidelijk is, hier letterlijk overnemen:

„Es besteht aus einer geschwärzten Stange von 8 Decimeter „Länge und 5 Centimeter Breite, über welcher parallel „mit ihrer Axe ein weisser Seidenfaden ausgespant ist. „Neben dieser Regel in einem abstande von 3 Millimetern „befindet sich eine hölzerne Stange mit vier Schiebern, „welche bestimmt sind, die Abstände vom Anfangspuncte „der auf der Hauptstange auf getragenen Scale zu mes„sen. Der eine von den Sockeln nämlich, worauf die „beiden genannten Stangen ruhn, trägt einen Ring von „15 Millimeter Durchmesser, dessen Ebene auf der Axe „der Hauptstange lothrecht ist und dessen 35 mm. hohes „Centrum dem ausgespannten Seidenfaden correspondirt. „In einem 2 Centimeter betragenden Abstande von diesem „Ringe befindet sich eine dünne Platte, ungefähr 20 Cen„timeter lang, mit einem runden Loche von 20 Millim. „Durchmesser, dessen Centrum mit dem des Ringes cor„respondirt. Sieht dan das zu prüfende Auge durch die„sen Ring und das Loch, wenn man es dem erstenn „nähert gegen den weissen Faden, so scheint derselde in „zu grosser Nähe doppelt zu seyn, indem die erschei„nenden doppelten Fäden einem Winkel bilden, dessen „Spitze in der kleinsten Entfernung des genauen Sehens „liegt; von hier an ist er einfach, bis in grosserer Ent„fernung abermals die Spitze eines solchen Winkels ge„bildet wird, welche die grösste Entfernung des deutlichen „Sehens giebt. Beide Abstände werden vermittelst der „Schieber, welche auf der hölzernen Stange beweglich sind, „und der auf die Hauptstange aufgetragenen Scale gemes„sen und geben hiernach den grössten und kleinsten Ab„stand der deutlichen Gesichtsweite."

Wij moeten verklaren noch van den ring en de opening, noch van de *vier* schuifstukken het doel te begrijpen, en evenmin in te zien, hoe verste en digtste punt van duidelijk zien (misschien worden slechts de grenzen der door Czermack zoogenoemde accommodatie-lijn bedoeld) op die wijze zouden worden bepaald. Zoo veel blijkt echter, dat van de proef van Scheiner hier geene sprake is. Dit volgt nog nader, uit hetgeen wij in het artikel Sehen in hetzelfde woordenboek lezen, eveneens van de hand van Muncke. Na gezegd te hebben, dat er onderscheidene Optometers bestaan, gaat hij voort: „Lehot 1) hat eine Vorrichtung bekannt gemacht, die „sich für diesen Zweck ausnemend gut eignet, nämlich „ein mit schwarzem Sammet überzogenes langes Lineal, „auf welchem ein weisser Faden ausgespannt ist. Später „hat sich Holke eben dieser Vorrichtung bedient und „vermittelst derselben sehr interessante Resultate erhal„ten. Man spannt einfach einen dünnen weissen seidenen „Faden der Länge nach auf ein schwarzes, etwas 3 Fuss „langes Lineal aus, hält denselben vom untern Augen„liede ausgehend in horizontaler Lage und betrachtet ihn „der Länge nach, so erscheint er innerhalb der Distanz „des deutlichen Sehens einfach, diesseits und jenseits „aber divergerend doppelt.."

In dezen vorm nu is het werktuig zeer eenvoudig, en zijn doel zeer wel te begrijpen. Lehot maakte er van gebruik, om in niet minder dan 14070 oogen den gemiddelden gezigts-afstand te bepalen. Aan die bepalingen is echter minder waarde te hechten, omdat, zoo als wij reeds gezien hebben, van een' gemiddelden gezigts afstand

1) Bulletin univ. des sciences math. 1829. Nov. p. 417. Vgl. Wiener Zeitschrift. B. VII. s. 453.

eigenlijk geen sprake kan zijn. Overigens is een dergelijk werktuig bij geoefenden zeer wel aan te wenden tot bepaling van het digtste punt van duidelijk zien. Het komt overeen met den optometer van Young, met dit onderscheid alléén, dat men, in plaats van door spleten, met het vrije oog naar den draad ziet. Voorts is het ook langer en dus tot bepaling van grootere afstanden geschikt. Hetzelfde wordt intusschen bij Young's Optometer bereikt door eene convexe lens van 4" brandpuntsafstand, welke lens hier geen wezenlijk nadeel heeft, omdat men deze methode toch niet voor beide oogen te gelijk kan gebruiken en de afstand van p_2 er dus niet mede te bepalen is, — en daarentegen het voordeel biedt, dat men op kleineren afstand het digtste punt waarneemt, alwaar men het punt van overkruising, wegens de meerdere nabijheid en wegens den grooteren overkruisingshoek, scherper bepalen kan.

Voor praktisch gebruik is de Young'sche methode met den draad overigens in het algemeen niet dienstig, alvast omdat het binoculaire digtste punt daarmede niet te vinden is. Zoowel het lichtpunt en de verticale draden als de letterproeven zijn, daarbij te verkiezen, de laatste vooral, omdat de poging tot herkennen de ongeoefenden noopt, hun accommodatie-vermogen in te spannen, en omdat men daarmede tevens de gezigtsscherpte ongeveer leert kennen.

Voor wetenschappelijke doeleinden, daarentegen, slechts bij geoefenden toegepast, verdient de methode nog wel eenige overweging.

Men kan een witten draad spannen op een zwart vlak of wel een zwarten op een wit vlak. Ziet men onder een' scherpen hoek door eene lens, zoo vertoont zich de draad over een klein gedeelte scherp, om zich vandaar

regelmatig naar beide rigtingen te verbreeden, waar hij meer en meer diffuus gezien wordt. Het hangt van de sterkte der verlichting af, of aan een' witten draad op een zwart vlak dan wel omgekeerd de voorkeur te geven zij. Hoe korter het stuk is, waar men den draad scherp meent te zien, hoe gemakkelijker men de eerste sporen van diffusie ontdekken kan, des te beter. Het scherp geziene stuk draad vertegenwoordigt zeer eigenaardig de accommodatie-lijn van Czermack, die men dan ook des te korter ziet, hoe naauwer de pupil is. De verbreeding, die de draad naar beide zijden vertoonde, geeft daaraan het voorkomen, als of de beenen van twee scherpe driehoeken zich bij overkruising in elkander voortzetten, zoodat de toppen elkander raken. De beide driehoeken zijn echter in voorkomen niet gelijk: die, welke zich naar de zijde van het oog uitstrekt, is aan zijne randen het scherpst begrensd, bij sommigen hoofdzakelijk aan één der randen, en vertoont daartusschen eene flaauwe tint, met lichte aanduiding van veelvoud-beelden. Naar de van het oog afgekeerde zijde loopt daarentegen de lijn het meest gesatureerd in het midden door, terwijl aan beide zijden de grenzen van den driehoek flaauwer zijn aangeduid. Het gevolg hiervan is, dat, terwijl men naar achteren de scherpe lijn verder meent te zien dan naar voren, men eer geneigd is, het schuifstuk, waarvan de punt langs den draad moet loopen, iets te veel naar achteren dan naar voren te plaatsen. Met eenige oefening leert men ook gemakkelijk het maximum van convergentie bereiken, en tevens het gezigtsveld van het afwijkende oog verwaarloozen. Men kan dan naar deze methode zijn digtste punt vrij naauwkeurig bepalen. Het heeft nog eenig voordeel, aan de punt van het schuifstuk een klein reflectie-bolletje aan te brengen, dat wanneer die punt juist geplaatst is, zich op zijn

smalst vertoonen moet. Zoo heeft men wederkeerige contrôle van lichtpunt en draad.

Een eigenaardig en zeer merkwaardig beeld verkrijgt men, wanneer men een groot aantal fijne zwarte lijnen, door witte tusschenruimten afgewisseld, op de gezegde wijze door eene convexe lens beschouwt. Terwijl iedere lijn naar het oog toe in een scherpen hoek met donkere randen verandert, ontmoeten elkaar die randen en schijnen nu verder als evenwijdige donkere lijnen voort te loopen, zoodat deze zich nu in de verlenging der scherpgeziene lichte lijnen bevinden, en omgekeerd. Naar de andere zijde schijnt de donkere lijn allengs eene heldere naast zich te krijgen, helderder dan de tusschengelegene witte, om bij verbreeding evenwijdig daarmede door te loopen, en weldra schijnen beide een grijs aanzien, altijd nog met eenig verschil van tint, te verkrijgen. Onder hoe scherper hoek men op het gestreepte vlak ziet, in des te kleiner bestek worden de overgangen geprojicieerd. Men krijgt nu ligt de illusie, dat de driehoekjes een' verticalen stand op het papier aannemen, en tot ver buiten de rigting van het directe zien schitteren de plaatsen, waar zwarte en witte lijnen zich scherp vertoonen, waarbij men zich overtuigt, dat de accommodatie ook voor het indirecte zien, tot onder een zekeren hoek, voor gelijken afstand plaats heeft als voor het directe zien. Bezigt men als voorwerp een dergelijk stelsel van fijne, regte, evenwijdige lijnen, zooals tot het verkrijgen van gelijkmatige tinten bij het graveren gebruikt worden, dan zal ieder onmiddellijk zien, voor welken afstand hij ongeveer is geaccommodeerd, en zonder moeite de stift van het schuifstuk daartegenover plaatsen. Het is dan slechts de vraag, of hij in staat is, zijn oog willekeurig voor het verste en absoluut digtste punt in te rigten.

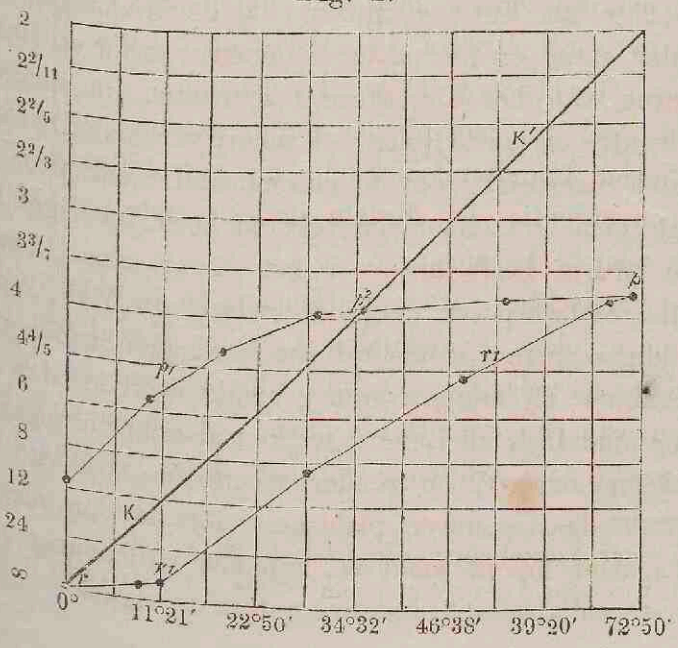
— — —

III.

Optometer van Donders tot het bepalen der relatieve accommodatie-breedte.

Om de accommodatie-grenzen *bij elken graad van convergentie* te bepalen, moet de onderzochte persoon over twee goedbewegelijke, scherpziende oogen beschikken van nagenoeg gelijke breek-kracht en accommodatie-vermogen, en daarenboven eenig talent van waarnemen bezitten. Deze vereischten waren vereenigd in de persoon, die op 15-jarigen leeftijd de gegevens, naar welke Fig. 2 werd

Fig. 2.



vastgesteld, geleverd heeft. Eene dergelijke bepaling eischt bijzondere zorg. Als object kan men fijne verticale draden nemen, beter nog kleine openingen in een zwart metalen plaatje en het allerbest de reflexie-beeldjes van kleine kwikzilver-kogeltjes, op zwart fluweel uitgestreken.

De bepaling moet geschieden bij het vrije zien door convexe en concave glazen; het beginsel der proef van Scheiner is hier, namelijk, niet wel aanwendbaar, althans niet met een horizontaal uitgespannen draad, omdat men steeds met twee oogen heeft waar te nemen.

Prof. Donders heeft voor eenige jaren eene korte beschrijving gegeven van zijn werktuig in de aanteekeningen der sectie-vergaderingen van het Utrechtsch genootschap 1860, en voorts in zijn werk, on the Anomalies of Accommodation and Refraction of the Eye. London 1864. p. 115, waaruit wij hier het hoofdzakelijke ontleenen. Eerst zij nog vermeld, dat een soortgelijk minder volkomen werktuig, wat den vorm betreft, grootendeels overeenkomstig met den optometer van Hasner Edlem von Artha 1), reeds door Prof. Donders en Mac Gillavry 2) werd gebezigd.

Het doel is, met glazen van bekenden positieven en negatieven brandpuntsafstand, bij verschillende graden van convergentie, het digtste en het verste punt van duidelijk zien te bepalen.

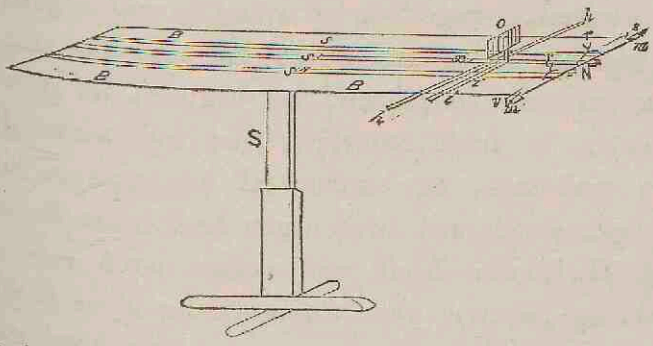
De vereischten, waaraan behoort te worden voldaan, zijn deze: dat de afstanden tusschen de glazen en de oogen onveranderlijk dezelfde blijven, en dat bij alle graden van convergentie de assen der glazen met de gezigts-assen zamenvallen. Om aan deze voorwaarden te

1) Prager Vierteljahrschrift. 1851. B. 32. s. 166.

2) Hoegrootheid der accommodatie. Diss. inaug. Utrecht 1858. p. 8.

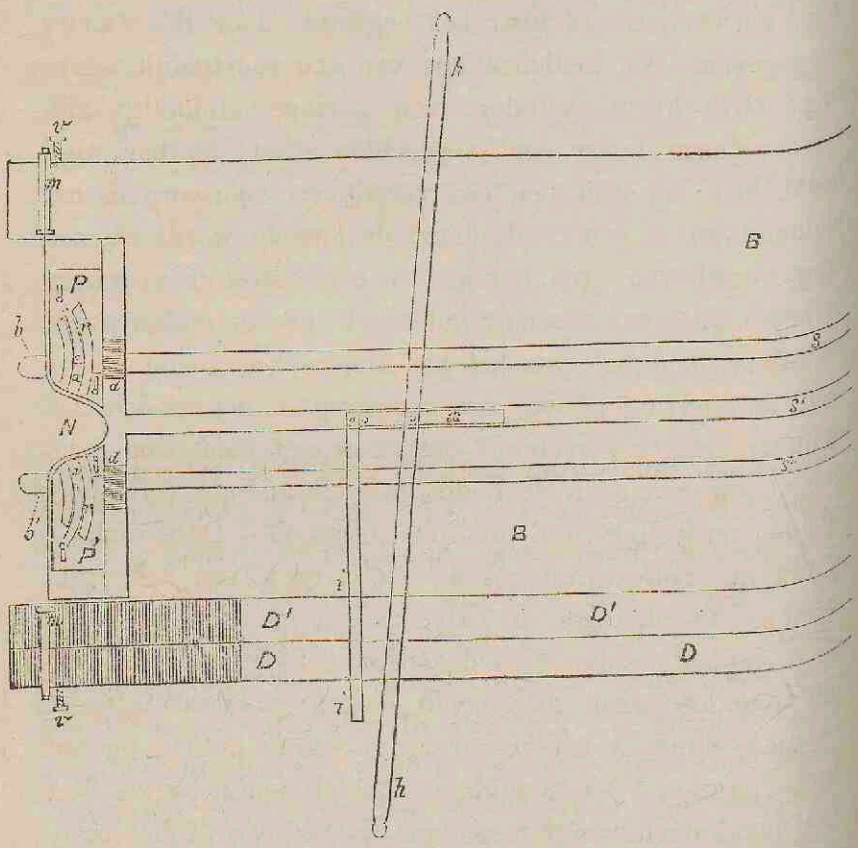
voldoen, moet een bijzondere optometer worden geconstrueerd. Deze optometer nu (fig. 3) bestaat uit een

Fig. 3.



horizontaal langwerpig vierkant bord B B, op een statief S geplaatst. Het bord is vijf voet lang, en negen parijsche duimen breed (verg. fig. 4, voorstellende een deel van 't bord); het bezit drie evenwijdige sleuven s s' s, waarin, door middel van een paar koperen handvatsels (h h), een goed passende stang *x* met loodregt staafje verschuifbaar is, dat den draad-optometer *o* of het plaatje met fijne openingen draagt. De onderlinge afstand der twee buitenste sleuven bedraagt 28½", en beantwoordt alzoo aan dien der parallelle gezigtslijnen; beweegt zich het voorwerp, zoo als op de figg. 3 en 4 in de middelste sleuf, dan dragen beide oogen evenveel tot de convergentie bij. Het eene uiteinde van het bord heeft eene insnijding N voor den neus van de onderzochte persoon; vóór zijne oogen bevinden zich twee halve ringen *r r*, die de glazen dragen. Elk dezer ringen is bewegelijk in eene boogvormige sleuf (*a a*), welker krommingsmiddelpunt in het draaipunt van het oog ligt, terwijl de voorvlakte der cornea zamenvalt met het kruis, in de twee kijkertjes (*m m*) aanwezig, die aan beide zijden zijn aangebragt. De ligging der oogen wordt bepaald door

Fig. 4.



twee houten stangen (b b'), die, naar goedvinden uitgetrokken, door schroeven, onder het bord aanwezig, bevestigd worden, en waartegen de jukbeenderen steunen. De ringdragende sleuven *a a* bevinden zich in twee koperen platen p p', die door de schroeven *v v* tot elkander gebragt kunnen worden en door veêren worden uiteengehouden. De onderlinge afstand dezer platen wordt op de verdeeling *D* afgelezen. Bij de waarneming moet de afstand dezer platen beantwoorden aan den onderlingen afstand der beide evenwijdige gezigtslijnen.

Dezen afstand kan men bepalen met een werktuig,

onder den naam van visuometer, door Alfred Smee (The eye in health and disease, Londen 1854) beschreven, en vervaardigd naar het beginsel, door Hawkius aangegeven. Wij bedienen ons van een soortgelijk werktuig: twee korte cylinders van geringe middellijn zijn verschuifbaar langs een' verdeelden staaf; bij bevestigd hoofd ziet het eene oog een verwijderd voorwerp in het midden van een der cilinders; de tweede wordt nu zoo lang verschoven, tot het andere oog hetzelfde voorwerp in het midden van dezen cylinder ziet. Eenige malen wordt nu afwisselend het eene en het andere oog gesloten, om zich te overtuigen, dat het voorwerp in het midden der cylinders staat, vervolgens nog eens met beide oogen tegelijk gezien en nu de onderlinge afstand der cylinders op de verdeeling met nonius afgelezen. Deze afstand wordt nu overgebragt op de platen p p′ van den optometer). Worden nu de halve ringen in de sleuven *a a* op o geplaatst, dan zien de oogen verwijderde voorwerpen door de assen der in de ringen geplaatste glazen. In dien stand wordt het absoluut verste punt *r* en het digste punt p_1 bij evenwijdige gezigtslijnen bepaald. Met deze bepalingen vangt men aan; daarbij wordt het optometer-object weggenomen en een op eenige meters verwijderd voorwerp gebruikt, hetzij verticale zwarte strepen op een wit vlak, hetzij eene opening van ongeveer 1‴ middellijn, in eene naar mat glas gekeerde zwarte plaat, naar gelang men voor de bepaling bij verschillende convergenties een draadoptometer of een plaatje met fijne gaatjes denkt te bezigen. Men vindt *r* door het zwakste negatieve of het sterkste positieve glas, waarmede het verwijderde object scherp gezien wordt, daarentegen p^1 door het sterkste negatieve of het zwakste positieve. De afstand, waarop de glazen zich van de

oogen bevinden, behoeft hierbij nog slechts te worden in rekening gebragt; voor dit geval, waarbij het object aan zijne plaats gebonden blijft, kan, door het indrukken of uittrekken der stangen *b' b* van den optometer, genoemde afstand zoo noodig gewijzigd worden.

Zijn nu *r* en p_1, bij evenwijdige gezigtslijnen (verg. fig. 2) bekend, dan plaatse men het object op den optometer, en bepale, zonder glazen, het digtste punt van binoculair zien p_2; slechts bij oude lieden en bij hooge graden van hypermetropie worden tot bepaling van p^2 glazen vereischt. — Tot verdere bepaling van p^1 en r^1, bij verschillende graden van convergentie, liet men vroeger (verg. Mac Gillavry, Over de hoegrootheid van het accommodatie-vermogen. Utrecht. 1858) het optometer-object op zoodanigen afstand plaatsen, dat het bij eene convergentie van juist 10°, 20°, 30° enz. gezien werd; en terwijl *elk* der beide ringen respect. 5°, 10°, 15° enz. verschoven werd, werden de sterkste positieve en de sterkste negatieve glazen, waarmede het object op elk dier afstanden scherp werd gezien door beproeving gevonden. Schijnbaar was deze methode eenvoudig en goed; maar zij gaf toch geene naauwkeurige resultaten: door het lange beproeven wordt, namelijk, de spiertoestel der accommodatie vermoeid, en met opoffering van veel tijd verkrijgt men toch nog een' te grooten afstand. Veel sneller en zekerder verkrijgt men een toereikend aantal punten, door met eenige doelmatig gekozene positieve en negatieve glazen achtereenvolgens het digtste en het verste punt te bepalen, door verschuiving van het optometer-object, naar welks afstand de lenzendragende ringen in de boogsgewijze sleuven moeten verschoven worden. De afstanden geven aldus onmiddellijk de convergentie, waarbij gezien werd, en door de glazen, waarmede dit mogelijk was, in

rekening te brengen, worden p_1 en r_1 voor die convergentie gevonden. Bij deze methode laat men voor elk glas eerst het digtste en dan (zoo de afstand positief is en op den optometer voorkomt) het verste punt aangeven, en wacht nu eenige minuten, alvorens tot de bepaling met een ander glas over te gaan. Eindelijk wordt het absoluut digtste punt p gezocht. Dit levert niet zelden zwarigheden op. Bij hen, die willekeurig zeer sterk convergeren, gelukt dit veelal nog het best, door met elk oog afzonderlijk, terwijl het andere oog door een plaatje is bedekt, bij het maximum van convergentie te zien. Men kan echter ook positieve glazen er bij gebruiken. Bij mindere bewegelijkheid der oogen naar binnen, en in 't algemeen bij sterke myopen, valt p met p_2 zamen, of is zelfs de noodige convergentie voor p niet te verkrijgen.

Na deze algemeene beschrijving, moge de wijze van berekening, in een paar eenvoudig gekozen voorbeelden, worden aangetoond. Na de bepaling van r' van p_1 bij evenwijdige gezigtslijnen, en van p_2, waarbij geene berekening noodig is, vinde men: met $-\frac{1}{12}$ het binoculaire digtste punt op 6″ van 't oog, dat is bij eene convergentie van 22° 50′. De vraag is nu, wat p_1 bij die convergentie werkelijk bedraagt. Wij vinden: de stralen van het scherp geziene object divergeren uit een punt, 6″ voor 't oog, 6″ − 0.″5 = 5.″5 voor 't glas gelegen. Door 't glas van $-\frac{1}{12}$ gebroken, schijnen ze te divergeren uit een naderbij gelegen punt, namelijk:

$$\left(\frac{1}{5\frac{1}{2}} + \frac{1}{12} = \frac{1}{3.77}\right)$$

uit een punt, 3″.77 van 't glas, en dus 3″.77 + 0.5 = 4.″27 van 't oog gelegen. Bij 22° 50′ convergentie is dus p_1 = 4.″27. Men notere dezen afstand op de vierde lijn (fig. 2), onder welke 22° 50′ staat.

Een verste punt r_1 is met $-\frac{1}{12}$ niet te bepalen, wijl het oog daarmede hypermetropisch wordt en r dus achter het oog komt te liggen. Met $\frac{1}{12}$ daarentegen is zoowel r als p_1 bij eene zekere convergentie te vinden. Men beginne met p_1. Men vinde met $\frac{1}{12}$ het binoculaire digtste punt juist op 3″, dat is op 2″.5 van 't glas. Vóór het glas divergeerden dus de stralen uit een op 2″.5 verwijderd punt; door 't glas gebroken, daarentegen, schijnen ze uit te gaan van een punt

$$\left(\frac{1}{2.5} - \frac{1}{12} = \frac{1}{3.16}\right)$$

3″.16 voor 't glas, 3″.66 voor 't knooppunt van 't oog gelegen. Bij eene convergentie op 3″, dat is van 46° 38′ ligt dus p_1 op 3.″66. Het binoculaire verste punt met dezelfde glazen $= \frac{1}{12}$ worde nu verder gevonden op 8″: de stralen divergeren daarbij dus uit een punt, 7.″5 van 't glas gelegen; na door 't glas gegaan te zijn, divergeren ze

$$\left(\frac{1}{7\frac{1}{2}} - \frac{1}{12} = \frac{1}{20}\right)$$

uit een punt, 20″ vóór 't glas, 20″.5 vóór 't knooppunt van 't oog gelegen. Men make dus onder 't punt, waar de afstand van 8″ de diagonaal snijdt, eene stip tegenover 20.″5 afstand: zij representeert r_1 bij eene convergentie op 8″. — Door met eenige andere glazen gelijke bepalingen te doen, heeft men nu weldra stippen genoeg, om p_1 p_2 p en r r_1 te trekken, — en daarmede zijn alle vragen omtrent de accommodatie-breedte bij een persoon beantwoord.

IV.

Vergelijking van het vrije zien met de toepassing van het beginsel der proef van Scheiner.

Na de twee voornaamste optometrische methoden te hebben beschreven, schijnt het doelmatig, de voor- en nadeelen van beide nu onderling te vergelijken. Daartoe zullen wij ze, zoowel voor de bepaling van het digtste als van het verste punt, uit verschillende oogpunten beschouwen: 1°. ten aanzien van de zekerheid der uitkomst; 2°. voor het geoefend en niet geoefend oog; 3°. voor oogen van verschillende refractie; 4°. ten aanzien der naauwkeurigheid.

1. Het vrije zien geeft in het algemeen *de grootste zekerheid*, dat men nagenoeg eene juiste uitkomst heeft. De gronden hiervoor zijn boven reeds voldoende ontwikkeld. Dit geldt niet slechts voor het verste, maar evenzeer voor het digtste punt van duidelijk zien.

2. Voor hem, die *geoefend* is in het waarnemen, heeft de methode, naar het beginsel der Scheiner'sche proef, geen bezwaar. Vooral ten aanzien van het digtste punt van duidelijk zien kan zij door deze onvoorwaardelijk wor-

den toegepast. Voor de bepaling van het verste punt moet zij altijd voor het directe zien op afstand onderdoen, wijl zeer weinigen bij het zien door naauwe spleten of openingen, onder het sluiten van een der oogen, hun accommodatie-vermogen geheel ontspannen. Voor het naaste punt vermijde men ook in elk geval het zien in een buis; zoo als met den optometer van Stampfer geschiedt; want bij het gemis aan voorstelling van het naderen van het voorwerp, zal bij velen de sterkste inspanning niet verkregen worden. Zoo als wij reeds zagen, is de Scheiner'sche proef voor de bepaling van het binoculaire digtste punt minder geschikt.

3. De *brekingstoestand* van het oog behoort insgelijks bij de keuze der methode te worden in aanmerking genomen. Wanneer, namelijk, een zoo hooge graad van bijziendheid bestaat, dat het digtste en zelfs het verste punt zonder convexe glazen met den optometer van Young kunnen worden waargenomen, dan is deze, mits men met geoefenden te doen heeft, zeer aan te bevelen. Ook zwakke myopen en emmetropen, wier digtste punt niet verder dan 4" of hoogstens 6" van het oog ligt, zullen, wanneer ze willekeurig het maximum van convergentie kunnen voortbrengen, hun digtste punt met den optometer van Young zeer naauwkeurig kunnen bepalen. Tot bepaling van het verste punt is hij dan niet aanwendbaar, omdat de afstand van het oog te groot wordt. Maar ook bij sterke myopen moet daarbij, in het algemeen, aan de bepaling door het vrije zien op afstand, met behulp van negatieve glazen, de voorkeur gegeven worden: met den optometer van Young loopt men gevaar, veeleer het binoculaire verste punt te vinden, hetgeen iets digter bij het oog ligt, dan het absoluut verste punt. Nog eens zij herhaald, dat tot bepaling van het

binoculaire verste punt het vrije zien een wezenlijk vereischte is.

4. Wat eindelijk de *naauwkeurigheid* betreft, die door geoefenden, ten behoeve van wetenschappelijke vraagstukken, te verkrijgen is, stellen wij op den voorgrond, dat het object in een of meer horizontale draden of strepen, of wel in lichtpunten moet bestaan. Boven werd voldoende aangetoond, dat men met vertikale draden meer tot het oog nadert dan het scherpzien eigenlijk gedoogt. In mindere mate geldt dit zelfs ook nog van lichtpunten. Bij horizontaal zich uitstrekkende draden of fijne strepen is die fout het minst te vreezen. Het is dus hier alléén de vraag, of men hierbij het vrije zien, dan wel het beginsel der proef van Scheiner moet toepassen. Wij zijn tot het resultaat gekomen, dat voor geoefenden — en van deze is hier alleen sprake — het laatste de voorkeur verdient. Het schijnbaar scherp geziene stukje lijn, vertegenwoordigende de accommodatie-lijn van Czermack, is te lang, om met zekerheid het juiste midden te kiezen. En eigenlijk kan hier niet eens van het juiste midden sprake zijn, omdat het scherp geziene stuk naar de beide zijden geene scherpe grenzen heeft, en de verstrooijings-beelden aan deze en aan gene zijde niet gelijkvormig zijn. Daarbij komt nog, dat terwijl men schuin van boven op de lijn ziet, het juiste midden in de projectie buiten het midden ligt. Ziet men daarentegen door twee spleten, dan is het kruispunt scherp aangegeven, en aan beide zijden er van bevinden zich symmetrische stukken, zoo dat de stift gemakkelijk juist op de overkruisingsplaats kan worden gesteld. Wenschelijk is het daarbij, dat de spleten zoo ver uiteen staan als de grootte der pupil toelaat: met den afstand der spleten wordt, namelijk, de hoek, waaronder de dubbele lijnen zich

overkruisen, grooter, en hoe grooter die hoek is, des te naauwkeuriger kan men de punt van het schuifstuk tegenover de overkruising plaatsen. Met het oog hierop, gebruike men ook geen sterker licht dan tot voldoende waarneming noodig is. Alléén bij niet geoefenden loopt men bij betrekkelijk grooten afstand der spleten gevaar, dat niet te gelijk door beide openingen — en dus nergens dubbel — gezien wordt.

V.

Optometers, berustende op de chromatische en sphaerische aberratie van het oog.

Reeds bij het handelen over optometers zegt Helmholtz[1]): „Ein anderes Mittel die Seheweite zu bestimmen, „welches für Ungeübte leichter ausführbar ist, ist von der Farbenzerstreuung im Auge hergenommen." Later (S. 127), over de kleurschifting sprekende, merkt Helmholtz op, dat in het algemeen, de verschijnselen van kleurschifting zich veel duidelijker voordoen, wanneer men, in plaats van wit licht, bij het 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 het spectrum vrij volkomen op en laten slechts

---

1) Physiologische Optik. S. 101.

de uiterste kleuren, rood en violet, door. — Wil men met lamplicht experimenteren, dat weinig blaauwe en violette stralen bevat, zoo doet men, volgens Helmholtz beter, de gewone blaauwe door kobalt gekleurde aan te wenden, die insgelijks slechts weinig van het oranje, het geel en het groen, en daarentegen veel van het uiterste rood, indigo-blaauw en violet doorlaten. Helmholtz gaat op de volgende wijze voort:

„Man mache eine enge Oeffnung in einen dunklen Schirm, „befestige hinter derselben ein gefärbtes Glas von der „erwähnten Art, und stelle ein Licht dahinter, dessen „Strahlen durch das Glas und die Oeffnung in das Auge „des Beobachters fallen. Die Oeffnung im Schirme können „wir unter diesen Umständen als einen leuchtenden Punkt, „der rothe und violette Strahlen aussendet, betrachten. „Dem Beobachter erscheint dieser Punkt in verschiedener „Weise, je nach der Entfernung, für welche sein Auge „accommodirt ist. Ist es für die rothen Strahlen accom- „modirt, so geben die violetten einen Zerstreuungskreis, „und es erscheint ein rother Punkt mit violettem Licht- „hofe. Oder das Auge ist für die violetten Strahlen accom- „modirt, dann geben die rothen einen Zerstreuungskreis, „und es erscheint ein violetter Punkt mit rothem Hofe. „Auch ist ein Refractionszustand des Auges möglich, „wobei der Vereinigungspunkt der violetten Strahlen vor, „der der rothen hinter der Netzhaut liegt, und beide gleich „grosse Zerstreuungskreise geben. Nur in diesem Falle „erscheint der Lichtpunkt einfarbig. Bei diesem Refrac- „tionszustande des Auges würden diejenigen einfachen „Strahlen auf der Netzhaut vereinigt werden, deren Brech- „barkeit die Mitte zwischen der der rothen und violetten „hält, also die grünen.

„Deshalb geben diese Gläser ein Mittel von ziemlich

„grosser Empfindlichkeit ab, um die Entfernungen zu „bestimmen, innerhalb welcher das Auge sich für die „mittleren Strahlen des Spectrum accommodiren kann. „Das sind nämlich die Entfernungen, innerhalb welcher „das Auge das gemischte roth-violette Licht einfarbig „sehen kann. Die Farbendifferenz der Ränder wird sehr „leicht bemerkt, auch von einem Ungeübten viel leichter „als die Ungenauigkeit eines weissen Bildes. Ist das Auge „für Licht jeder Brechbarkeit auf grössere Entfernungen „als die des leuchtenden Punktes accommodirt, so geben „die rothen Strahlen einen grösseren Zerstreuungskreis „als die violetten, es erscheint also eine violette Scheibe „mit rothem Saum. Ist das Auge für beide Farben auf „kleinere Entfernungen als die des leuchtenden Punktes „eingestellt, so erscheint umgekehrt ein rother Zerstreuungs-„kreis mit blauem Saume."

De methode is hier tamelijk veel gebruikt 1). Het is daarbij gebleken, dat zij geschikter is, om ametropie te herkennen, dan om de afstanden van duidelijk zien te bepalen: zien, namelijk, myopen door een kobalt glas naar de vlam eener kaars, dan zijn hare randen blaauw en het midden is roodachtig; bij ligte hypermetropie vertoont zich een schoone roode rand om het licht en is het midden daarentegen blaauw. Bij hooge graden van ametropie worden de verstrooijingscirkels te groot, om het kleurverschil nog even duidelijk op te merken; maar bij geringe graden geeft het gemakkelijk en snel eene eerste aanwijzing. Voor optometrie is de aanwijzing in het algemeen niet scherp genoeg, maar, zoo als Helmholtz opmerkte, ook bij ongeoefenden zeer zeker. Zij

1) Vergelijk F. C. Donders, Astigmatisme en cylindrische glazen. Utrecht, 1862, bl. 36.

bemerken gemakkelijk, hoe het geheele scherm tot hun oog nadert en trachten dus voor het lichtpunt te accommoderen. In zoo verre is aan een van de voornaamste eischen der optometrie voldaan. Daarenboven kan men de methode bij het binoculaire zien toepassen en dus ook het binoculaire digtste punt naar deze methode bepalen. Het is dus alleen de mindere scherpte der daarmede verkregene uitkomsten, die de methode bij de vroeger beschrevene doet achter staan: voor praktisch gebruik is zij allezins voldoende.

Men heeft er ook aan gedacht, het uitwerksel der sphaerische aberratie aan optometrie dienstbaar te maken. Het is bekend, dat eene kleine verlichte vlakte bij juiste accommodatie zich gelijkmatig verlicht vertoont, daarentegen in het midden heller is, wanneer men voor een' kleineren afstand, aan de randen daarentegen heller, wanneer men voor een' grooteren is geaccommodeerd. Steinheil in Munchen trachtte dit verschijnsel voor een optometrisch doel aan te wenden. Hij sprak er over met Prof. Donders, die echter vond, dat het middel niet scherp genoeg werkt en zelfs voor de toepassing der chromatische aberratie ver moet onderdoen.

Het oog geeft, wel is waar, aan de verstrooijingscirkels eener ligte vlakte eenigermate de lichtverdeeling van sphaerische lenzen. En wat wij boven hebben gezegd ten aanzien van het verschil tusschen de verstrooijingsbeelden van lijnen vóór en achter het scherp waargenomen gedeelte, staat hiermede in verband; maar men mist toch bij het oog, met zijne zoo zamengestelde kristallens, die regelmatige lichtsverdeeling, die men bij sphaerische lenzen vóór en achter het brandpunt verkrijgt.

Wij willen hier nog in 't kort melding maken van eene eigenaardige methode, door Pope 1), op aanwijzing van

Helmholtz onderzocht, die insgelijks op de chromatische aberratie van het oog berust. Men gebruikt hierbij, namelijk, als object een kleur-spectrum, en wel het zeer smalle spectrum van een lichtpunt, door een prisma gezien, en past daarop het beginsel der proef van Scheiner toe.

Met het vrije oog gezien, vertoont een dergelijk smal spectrum zich als eene lijn in de kleur, waarvoor men is geaccommodeerd, en loopt van daar, naar beide zijden zich verbreedende, in twee hoeken uit, zoowel naar het meer breekbare violet, dat reeds vóór het netvlies tot overkruising is gekomen, als naar het rood, waarvan de stralen zich nog niet vereenigd hebben.

Door twee openingen gezien (men kan met Pope een ondoorschijnend plaatje met 2 openingen tegen het prisma kleven), overkruisen zich twee lijnen in het scherp geziene punt. Men begrijpt ligtelijk, dat men nu de overkruising in eene bepaalde kleur tot vergelijking kan aannemen bij de accommodatie voor verste en digtste punt. De naauwkeurigheid, die de bepaling toelaat, kan ik niet beoordeelen. Zij zal, meen ik, het grootst kunnen zijn aan de violette zijde van het spectrum, wijl een dioptrisch spectrum aldaar voor gelijk verschil in breekbaarheid van het licht de grootste lengte heeft.

---

1) Archiv f. Ophthalmologie. Bd. IX, Abth. 1, S. 41. Pope handelt hier, met niet al te groote klaarheid (S. 43), nog over eene onder zekere omstandigheden voorkomende verschuiving van lijnen op het netvlies bij de accommodatie. Hij zegt echter: „Was diese Methode für die Bestimmung der Accommodations-„breite des Auges betrifft, wird es klar, dass sie insofern un-„praktisch ist, als sie wegen der optischen Unvollkommenheit un-„seres Sehorgans zu subtil ist." Wij hebben ze daarom ook in deze verhandeling ter zijde gelaten.

Deze proef is eene der schoonste, om de chromatische aberratie van het oog aan te toonen en te bepalen. Zij werd door Wollaston aan Thomas Young medegedeeld. De combinatie met de proef van Scheiner is van Helmholtz afkomstig.

VI.

Refractie-meters van von Gräfe en Burow.

In de „Berliner medicinische Gesellschaft" hield von Gräfe eene voordragt, waarvan onder den titel: Bemerkungen über Optometrie und ein zu optometrischen Zwecken verwendbares Instrument een uittreksel is medegedeeld. 1) Het doel van von Gräfe was de brillenkist, die men tot bepaling der refractie, dus tot bepaling van het verste punt, behoeft, door een enkel instrument te vervangen. Hij rigtte daartoe een Galilei'schen kijker in. „Das „Ganze „zegt von Gräfe" stellt so zu sagen eine wandel„bare Brille vor, die, auf ihren Nulpunkt gestellt, keine „dioptrische Wirkung hat, mithin den Brechzustand „des normalen Auges compensirt, auf ihrer positiven „und negativen Scala aber die Compensationslinsen für die „verschiedenen Grade von Hyperopie resp. Myopie dar„stellt. Die dioptrische Veränderung wird durch das

1) Deutsche Klinik. 1861. No. 10, en Klinische Monatsblätter. 1863. S. 354.

„Ausziehen eines Tubus, der die beiden Linsen enthält, „bewirkt. Der Punkt des weitesten Ausziehens, unter „welchem noch scharf gesehen wird, entspricht der Fern„punktaccommodation und giebt mithin den Brechzu„stand an." — Teregt heeft daarom von Gräfe zijn werktuig refractie-meter of refractie-compensator genoemd.

De refractie-meter, die ons ten dienste stond, vervaardigd door Pætz und Flohr, te Berlijn, is eene op een statief bevestigde buis, waarin eene tweede op schroef beweegbaar is, om den afstand tusschen objectief en oculair te wijzigen. Het objectief heeft 8″ brandpuntsafstand; drie oculairen zijn in een plaatje gevat, dat voorbij de opening kan geschoven worden, van $-\frac{1}{8}$ van $-\frac{1}{3\frac{1}{2}}$ en van $-\frac{1}{2}$. Bij sterke hypermetropen wordt $-\frac{1}{8}$, bij sterke myopen $-\frac{1}{2}$ gebruikt, terwijl bij geringe afwijking van emmetropie $-\frac{1}{3\frac{1}{2}}$ dient. Voor ieder deze oculairen is op de buis eene schaal aangebragt, waarop men de refractie kan aflezen. Het instrument wordt door de onderzochte personen zelf gesteld, terwijl zij door de buis naar een verwijderd voorwerp zien; en het is von Gräfe gebleken, dat de voorstelling van een verwijderd voorwerp genoeg is, om ook met het ééne oog door eene buis met evenwijdige gezigtslijnen te zien en het accommodatie-vermogen te ontspannen: zelfs zou, bij het verder en verder uitschuiven der buis, van latente hypermetropie eer noch iets voor den dag komen dan van brilglazen. Bovendien acht von Gräfe aan zijn werktuig de volgende voordeelen verbonden:

1°. Het spaart tijd, omdat de refractie-toestand, na

eenige oefening, spoediger gevonden wordt dan met het verwisselen van glazen.

2°. Het geeft grootere naauwkeurigheid, omdat de onderzochte persoon, zelf aan de schroef van den tubus draaijende, de scherpte der beelden onmiddellijk vergelijken kan.

3°. Het geeft gemakkelijk gelegenheid tot contrôle, wanneer men, na in- of uitgeschoven te hebben, op nieuw laat instellen.

4. Is men tegen vergissing van glazen, tegen vuile glazen, en tegen onjuist bepaalden brandpuntsafstand beter gevrijwaard.

Als object kan men een lichtpunt, des verkiezende door een blaauw of violet glas bedekt, een' vergrooten draad-optometer of de figuur van een schaakbord gebruiken. Door een plaatje met onderscheidene spleten voor het oculair te schuiven, kan men er het beginsel der Scheiner-sche proef mede verbinden: von Gräfe laat dan naar eene 20 tot 30 voet verwijderde lijn zien. In het algemeen zouden wij nog de voorkeur geven aan gewone letter-proeven, waarbij wij van de onderzochte persoon kunnen vergen, dat hij ons de letters noeme.

Prof. Donders was à priori niet bijzonder met dit werktuig ingenomen 1). Zijn bezwaar was, dat men, wegens de bij iedere refractie verschillende vergrooting, met de refractie niet te gelijk de gezigtsscherpte bepalen kan. Von Gräfe schrijft: „Ich läugne nicht, dass „dieselbe (het verschil van vergrooting) in mancher „Beziehung störend ist, glaube aber doch, dass das „Scharfsehen, wenn man geeignete optometrische Objecte „wählet, z. B. Stäbchen-Rahmen von verschiedener Grösse,

1) On the anomalies etc. London. 1864. p. 335.

„von der Grösse als ziemlich unabhängig zu betrachten „ist, um so mehr als man von vornherein die Sehschärfe „des zu Untersuchenden nicht kennt. Leider ist verges- „sen worden, die Vergrösserungstabelle beizufügen. Mit „einiger Uebung lernt man dieselbe rasch benutzen und „kann dann natürlich auch die Snellensche Proben „für das Instrument verwerthen. „Ein Instrument, wel- „ches Dir vielleicht besser gefällt (ein Operngucker) „schicke ich Dir gelegentlich zu. „Mir scheint, dass „man unendlich schneller damit zu Ende kommt: man „kann ja schliesslich noch einen Controlversuch mit der „Brille machen, *allein das reine Probiren* von Anfang an „ist mir recht lästig geworden."

Prof. Donders wil gaarne toegeven, dat de vergrooting der drukproeven geen overgroot bezwaar heeft, vooreerst, omdat met bekende vergrooting de reductie gemakkelijk geschiedt, en, ten anderen, omdat, is eenmaal de refractie bekend, er niet veel tijd verloren gaat met het beproeven der vereischte glazen, die nu de gezigtsscherpte leeren kennen en tevens eenigermate als contrôle van de met den refractie-meter verkregene uitkomst kunnen strekken.

Het eigentlijk bezwaar, waarmede wij te kampen hadden, was de onhandigheid en de „Unzuverlässigkeit" van weinig ontwikkelde personen. Sommigen hebben moeite, de schroef te bewegen, en vooral om zich daarbij tevens rekenschap te geven van wat zij zien. Voor anderen is het zien in een buis al een bezwaar, en zij hebben moeite er het eene oog voor te houden. Zeer velen, eindelijk, zijn bij een zoo moeijelijk werk al tevreden, als zij *iets* zien, en stellen in 't algemeen aan het zien zulke groote eischen niet, in één woord, men verliest tijd, in plaats van tijd te winnen. En is het eindelijk gelukt en contrôleert men met brilglazen, dan zijn ze met deze dikwijls in het geheel niet te vreden.

Zij zien er niet zoo goed mede, beweren zij, en er zijn dikwerf heel wat woorden noodig, om hun aan het verstand te brengen, dat dit slechts schijnbaar is, omdat de brilglazen niet zoo vergrooten.

Bij eenigzins ontwikkelden en niet al te onhandigen bereikt men gemakkelijk zijn doel. Het wezenlijke voordeel, dat in dit geval de refractiemeter oplevert, is dit, dat men stelliger tegen grove vergissingen gevrijwaard is. Regt goede waarnemers — het is hier dikwijls genoeg gebleken — die langzamerhand, om tijd te winnen, van het stelselmatig beproeven met glazen afwijken, meenen niet zelden reeds gereed te zijn, wanneer een verder onderzoek tot eene geheel andere uitkomst zou hebben geleid. Met den refractie-meter draait men nu heen en weêr, en het kan niet ontgaan, bij welk een' stand ongeveer het duidelijkst gezien wordt. Nog zekerder zou deze uitkomst zijn, indien men niet meer dan een één oculair te beproeven had. Von Gräfe schijnt het nadeel hiervan ook te begrijpen, wanneer hij zegt: „Vorläufig wird fur die Bestimmung der Myopie und Hyperopie ein anderes Oculair benutzt, was ebenfalls in einem neu projectirten Instrumente umgangen werden soll.

Onze uitkomsten leeren overigens, dat myopen naauwkeuriger aangeven dan hypermetropen, zoo als trouwens ook bij de bepaling der refractie met glazen het geval is. Aanvankelijk geven velen de hypermetropie met den refractiemeter iets geringer aan dan met glazen; maar weldra gaan zij verder en verder en komt een hoogere graad te voorschijn, zoodat men von Gräfe moet toestemmen, dat een deel der overigens latente hypermetropie wel merkbaar worden kan.

Geoefenden kunnen von Gräfe's refractiemeter ook gebruiken tot bepaling van het absoluut digtste punt;

het is dan alleen noodig, dat zoo sterk mogelijk geconvergeerd worde. Men kan daarbij, door al of niet het beginsel der proef van Scheiner er mede te verbinden, en door verschillende objecten te gebruiken, al de voordeelen van vroeger beschrevene methoden verkrijgen. Spoedig leert men ook door den refractie-meter *à double vue* zien: men ziet met het eene oog het gewone beeld op afstand, met het andere oog datzelfde beeld vergroot door den refractie-meter.

Prof. Donders bepaalde op deze wijze empirisch de vergrooting van den refractie-meter voor het emmetropische oog.

Minder doeltreffend is zeker het werktuig, door von Burow 1) in hetzelfde jaar onder den naam van optometer beschreven. In eene buis bevindt zich een convexe lens van ruim 4″ (49‴. 3‴) brandpuntsafstand, aan de voorzijde onbewegelijk aangebragt. Daarin is eene tweede buis door schroeven bewegelijk, aan welker voorzijde zich een glazen plaatje bevindt, waarop drukproeven gephotographeerd zijn, en dat van achteren verlicht wordt door een naar het licht gekeerd mat glas, waarmede de tweede buis gesloten is. Op het alhier van Rekoss uit Königsberg ontvangen instrument staan op het plaatje de volgende woorden: **Das Auge. Sonnenstrahl. Der Blick.** — terwijl voorts een stelsel van stralen aanwezig is, die dienen moeten om het astigmatisme te bepalen. In plaats hiervan, hebben wij de letterproeven van Dr. Snellen laten photographeren, vooral omdat vele der onderzochte personen de Gothische letters niet wel kenden. De grootste afstand nu, waarop de drukproeven nog duidelijk kunnen gelezen worden, zou het verste punt, de kleinste afstand

---

1) Ein Neues Optometer. Berlin 1863.

het digtste punt leeren kennen. Op het instrument worden de afstanden afgelezen, en tevens zijn er drie schalen op aangebragt, waarvan de eene de reductie op oneindig, de tweede op 10″, de derde die op 15″ aangeeft. De eerste wijst nu onmiddellijk aan, voor welken afstand men geaccommodeerd is.

Uit deze beschrijving blijkt, dat de optometer van Burow zeer veel met dien van Stampfer overeenkomt: alléén bestaat het voorwerp uit drukproeven, in plaats van uit een lichtspleet, in verband waarmede dan ook het beginsel der proef van Scheiner niet is aangebragt.

Men kan niet zeggen, dat het werktuig van Burow zich à priori aanbeveelt. Terwijl men de voorstelling heeft van drukproeven *in* het werktuig, kunnen gewone personen niet genoopt worden, de wijkende letters tot volkomene ontspanning der accommodatie te volgen. En in hoever zij hun digtste punt zullen aangeven, hangt geheel af van den graad van convergentie, dien zij bij de bepaling hiervan aannemen. Voegt men hierbij, dat letterproeven dán slechts een geschikt voorwerp zijn, wanneer men den hoek kent, waaronder zij worden gezien, dan behoeft het wel geen verder betoog, dat dit werktuig geene bijzondere aanbeveling verdient.

Wie door oefening zijn accommodatie-vermogen in zijne magt heeft, kan er zijn verste en digtste punt al weder nagenoeg mede bepalen; maar dit doende, meenden wij ons te overtuigen, dat ook de nummers op de schalen niet geheel juist geplaatst zijn.

VII.

Optometrie bij Astigmatisme.

Bij astigmatisme heeft de optometrie den refractie-toestand bij accommodatie voor het verste punt te bepalen in de beide hoofd-meridianen. De verschillende methoden daartoe zijn door Prof. Donders 1) uitvoerig behandeld en kritisch beschouwd. Het is overbodig, daarop te dezer plaatse terug te komen. Kortelijk willen wij slechts vermelden, wat hieromtrent door von Gräfe 2) Burow 3) en Javal 4) later gezegd is.

Von Gräfe verbindt met het oculair van zijn refractie-meter eene stenopaeische spleet, die door ronddraaijen elke gewenschte rigting aanneemt, en bepaalt op die wijze den brekingstoestand in de verschillende meridianen, zeker wel hoofdzakelijk in de beide hoofd-meridianen, op de wijze als door Prof. Donders is aangegeven.

In den tweeden refractie-meter, die alhier als geschenk

---

1) Astigmatisme en cilindrische glazen, Utrecht. 1862.

2) Klinische Monatsblätter, 1863. S. 359.

3) Een neues Optometer, Berlin 1863. S. 34.

4) Annales d'Oculistique. 1864. Tome LIII, p. 50—60.

van Prof. von Gräfe voor het Gasthuis voor Ooglijders ontvangen werd, is in den omtrek eene graad-verdeeling aangebragt, die den stand der spleet aanwijst, welke graad-verdeeling in het hier reeds vroeger aanwezige werktuig ontbrak. Von Gräfe schrijft nog later aan Prof. Donders, dat zijn refractiemeter hem vooral bij het astigmatisme goede diensten bewijst, en wel het allermeest in gevallen van aphakia. Dit is zeer begrijpelijk; want daarbij mag de as van het sterk convexe glas, waarmede men anders de bepalingen maakt, geene helling hebben op de gezigts-as, en deze is bij het houden der glazen in de hand moeijelijk te vermijden.

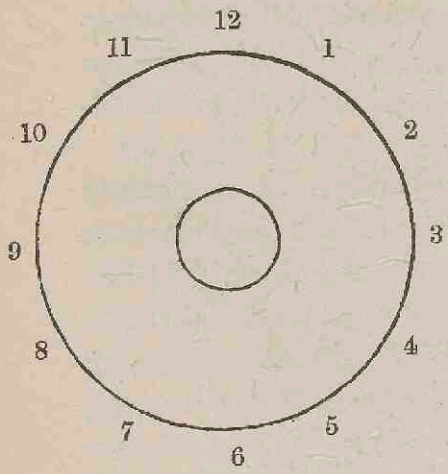
Ook Burow rigt zijn optometer voor astigmatisme in, door in plaats van drukproeven, de stralen van een' cirkel te gebruiken, en te onderzoeken, welke het eerst en welke het laatst verdwijnen. Helmholtz heeft reeds een dergelijk stelsel van stralen afgebeeld, om te doen zien, dat zij zelfs in betrekkelijk normale oogen niet tegelijk duidelijk gezien worden. Maar als optometrische methode tot bepaling van den graad van het astigmatisme zijn ze niet wel bruikbaar, zoolang het oog accommodatie bezit — en deze gebruikt, om duidelijk te zien al wat mogelijk is.

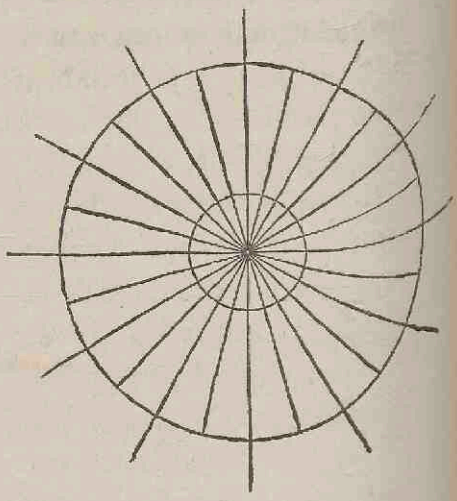
Hetzelfde bezwaar is niet verbonden aan de methode van den Ingenieur Emile Javal, wijl daarbij al de stralen te gelijk duidelijk moeten worden gezien. Hij laat naar het stelsel van stralen zien door eene lens, b. v. van $\frac{1}{3}$, en verwijdert deze zoo ver, tot alle stralen verbleeken of verdwijnen, ééne enkele uitgezonderd. Hij beproeft vervolgens, te beginnen met de zwakste, al zijne concave cylindrische glazen, met de as in eene rigting evenwijdig met de zwart geblevene lijn, tot dat hij het glas bereikt, waarmede zij zich allen zwart vertoonen. Men kent dan te gelijker tijd den graad en de rigting van het bestaande

astigmatisme. — Men begrijpt, dat bij verandering der accommodatie de primitief zwart geziene lijn niet meer zwart blijft. De proef moet dan op nieuw begonnen worden.

Plaatst men men nu het gevonden cylinderglas voor het oog, dan vindt men gemakkelijk, welk convex of concaaf sphaerisch glas er noodig is, om op afstand scherp te zien, en men kent dan niet alleen graad en rigting van het astigmatisme, maar ook de refractie in de beide meridianen.

Vernuftig vooral is de methode van Javal, op het binoculaire zien toegepast. „Ajoutons maintenant," zoo gaat Javal voort, „devant l'autre œil, une lentille et un cercle identiques aux précédents, les cercles étant d'abord aux foyers des lentilles et l'écartement des centres étant égal à celui des yeux. On ne peut fusionner les cercles qu'à condition de tenir les axes optiques parallèles et la tête droite. La fixité de la position relative des axes optiques immobilise suffisamment l'accommodation.





Pour que le malade explique facilement ce qu'il voit, les rayons sont désignés par les mêmes chiffres que les heures sur une montre, et ces chiffres n'étant pas vus

par le même œil que les rayons, on a constamment la preuve que la vision binoculaire est maintenue.

M. Nachet a construit un appareil qui réalise ces conditions. Des mécanismes simples permettent d'avancer ou de reculer les cercles, de décentrer les lentilles pour obtenir toujours la fusion des deux images, et de faire passer devant l'œil, en moins d'une minute, toute la série des verres cylindriques sous l'orientation voulue.

En y plaçant des caractères d'impression dont une partie est lue par chaque œil et une partie binoculairement, ce même appareil sert à constater si les verres choisis égalisent bien la réfraction des deux yeux."

Van de theoretische zijde schijnt hiertegen niets in te brengen. Tot ons leedwezen echter hebben wij het werktuig van Javal nog niet praktisch kunnen beproeven. Prof. Donders heeft reeds voor eenigen tijd Nachet verzocht, er hem ten spoedigste een te doen toekomen; en Nachet beloofde aan dit verzoek te voldoen. Dit weerhield ons er een zamen te stellen.

VIII.

Optometrische bepaling bij vermoedelijke simulatie of dissimulatie van ametropie.

Wij vooronderstellen hier personen, die op eenigerlei afstand voldoende gezigtsscherpte hebben, en bij welke dus amblyopie is uitgesloten.

Hypermetropie is niet te simuleren, omdat het uit de eenvoudigste proeven blijkt, dat, bij het voorhouden van convexe glazen, de gezigtsscherpte op afstand te gering wordt. Wij hebben dus eigenlijk slechts over gesimuleerde myopie te handelen. Bij deze hebben wij onderscheid te maken tusschen ongeoefenden en zoodanigen, die door oefening hun accommodatie-vermogen in hunne magt hebben. De eersten worden terstond overtuigd bij de eenvoudigste proeven, waarbij het verband tusschen refractie en gezigtsscherpte wordt bepaald: bij gesimuleerde myopie zijn geene negatieve glazen te vinden, waarbij zij op afstand voldoende gezigtsscherpte zouden bereiken.

Geoefenden, daarentegen bemerken ongeveer de sterkte van negatieve glazen, die men hun voorhoudt, en kunnen daarbij zoodanig accommoderen, dat zij bijna voldoende gezigtsscherpte hebben op afstand. Wie veel ervaring heeft merkt echter spoedig, dat de gezigtsscherpte met zwakkere glazen niet naar eisch vermindert, en dat de onderzochte personen verzuimen, de gewone fouten te maken in de letterproeven. Hierdoor wordt men reeds opmerkzaam op mogelijke misleiding, en men overtuigt zich nu al verder, dat, of reeds onmiddellijk, of bij afsluiting van het eene oog, er achter de hand, eene neiging ontstaat tot convergentie, terwijl ook de pupil vernaauwt. De refractie-meter kan nu, zoo als von Gräfe reeds opmerkte, verder diensten bewijzen. Terwijl, namelijk, myopen hierbij telkens nagenoeg bij denzelfden graad instellen, zijn simulanten daartoe niet in staat. Men kan nu nog verder het opthalmoscopisch onderzoek toepassen en, — zoo wel in de verhouding der deelen aan de buitenzijde van den nervus opticus als in de vereischte breking van het oog des waarnemers tot scherp zien van den fundus, — in het regtstandige beeld, de noodige aanwijzing vinden, omtrent het al of niet bestaan van myopie. Wie bij dit onderzoek accommoderen, verraden dit door neiging tot convergentie en door pupilvernaauwing. Eindelijk, wanneer de minste twijfel nog mogt overblijven, wordt die bij kunstmatige mydriasis door atropine opgeheven; zij geven dan met den éénigen afstand, waarop zij scherp zien, onmiddellijk de ware refractie aan; en zien zij op geen afstand hoegenaamd, dan zijn zij zeker geene myopen, maar kunnen hypermetropen zijn. Bij atropine-mydriasis is de graad van myopie des te naauwkeuriger te bepalen, omdat de wijde pupil bijna geen speelruimte voor het herkennen buiten den refractie-afstand toelaat. — Waar buitengewoon naauwe

pupil het vermoeden wekken kon, dat Calabar is ingedruppeld, is atropine niet wel te vermijden. Men moet er ook op bedacht zijn, dat bij deze kunstmatige myosis het accommodatie-vermogen nog langen tijd bij geringe convergentie in werking treedt, en het simuleren van myopie dus zeer gemakkelijk maakt. Waar de pupil naauw is en de fundus oculi de aan myopie eigene veranderingen niet vertoont, is, bij de minste aanwijzing op misleiding, het mydriaticum ter beslissing aangewezen.

Rueto 1) heeft een bijzonderen optometer geconstrueerd, die dienen moet, om hen, die myopie voorwenden, te ontmaskeren. Met het hoofd in een slechts aan eene zijde geopend kastje besloten, moeten zij door de opening in eene buis naar verschillende letterproeven zien, omtrent welker afstand zij zich te eerder bedriegen, wijl men de grootte der letters evenredig aan den afstand doet toenemen, en, terwijl men de buis voor een oogenblik afsluit, de eene letterproef door de andere vervangt. Er zal zeker zeer veel oefening toe behooren om eene zoodanige zekerheid van de inspanning zijner accommodatie te verkrijgen, dat de bedrieger zich bij deze proef niet ligtelijk vergissen — en dus verraden — zal.

---

1) Der Augenspiegel und das Optometer. Göttingen. 1852.

STELLINGEN.

I.

De respiratie kunstmatig te onderhouden is bij dynamische vergiftigingen de meest rationele handelwijze.

II.

Der Schutz, den die Syphilis gegen eine zweite Infection bietet, ist kein Zeichen ihrer Unheilbarkeit. REDER.

III.

De meening, dat sommige geneesmiddelen uitsluitend op een enkel orgaan werken, is niet te verdedigen.

—

IV.

Tot voorkoming en tot een gunstig verloop van tuberculose der longen doen hygiënische middelen meer af, dan de eigenlijke geneesmiddelen.

V.

Glaucoma is oorspronkelijk eene neurose der secretie-zenuwen, en de irodectomie werkt gunstig, door het wegnemen der spanning, die door reflexie de irritatie der secretie-zenuwen verhoogt.

VI.

Slijmige en olieachtige dranken zijn bij ziekten der blaas altijd nutteloos, dikwijls schadelijk.

VII.

Er bestaat geen gezigtsas.

VIII.

De chemische werking van nitrum op het bloed is niet in staat zijn' roem als antiphlogisticum te handhaven.

IX.

De thermometer is bij koorts de beste barometer.

—

X.

Bij eenvoudige iritis is behandeling met atropine voldoende.

XI.

Het is de pligt van den Staat de vaccinatie te handhaven.

XII.

De inhalatie-methode vereischt bij ziekten der ademhalings-organen meer algemeen de aandacht.