Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

Over gezichtsscherpte en hare bepaling

https://hdl.handle.net/1874/254394

A 4° 192

Med.
8 Juli
1901

Over Gezichtsscherpte * * *

* * * * * en hare bepaling.

H. A. Laan.

A. qu.
192

Over gezichtsscherpte en hare bepaling.

Over gezichtsscherpte en hare bepaling.

PROEFSCHRIFT

ter verkrijging van den graad van

Doctor in de Geneeskunde,

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,

op gezag van den Rector-Magnificus

Dr. W. KAPTEYN,

Hoogleeraar in de Faculteit der Wis- en Natuurkunde,

voor de

FACULTEIT DER GENEESKUNDE TE VERDEDIGEN

op Maandag 8 Juli 1901, nam. 4 uur,

DOOR

HENDRIK ARNOUD LAAN,

ARTS,

geboren te MAASSLUIS.

UNIVERSITEITS BIBLIOTHEEK UTRECHT

UTRECHT. — C. H. E. BREIJER.

Stoomdruk C. SNOEK Wz. — Utrecht.

Aan

Professor Dr. H. Snellen Sr.

Aan mijne moeder.

Het is mij een groote eer, aan U, hooggeachte SNELLEN, *dit proefschrift te kunnen opdragen. Wil het aannemen als een bewijs mijner dankbaarheid jegens U voor den herhaaldelijk van U ondervonden steun en raad. Nooit zal ik vergeten, wat ik van U mocht leeren.*

U, hooggeleerde ZWAARDEMAKER, *hooggeachte Promotor, mijn dank voor de groote bereidwilligheid, mij bij de samenstelling van dit proefschrift betoond.*

U, hooggeleerde NARATH, *hooggeachte chef, zij het bekend, hoe we het op prijs stellen, dat ge uw gansche arbeidskracht aan ons land wilt geven, nooit moede wordt ons met uwe groote ervaring voor te gaan, nooit moede wordt ons waarheidsliefde en humaniteit bij de vervulling onzer taak in te prenten. Uwe voorlichting zal nooit nalaten hare sporen bij mij achter te laten.*

Steeds zal de zeldzame ijver en nauwkeurigheid, waarmede gij, hooggeleerde ROSENBERG, *mij zijt voorgegaan, mij in herinnering blijven.*

U, Hoogleeraren en Lectoren der medische en philosophische Faculteit, onder wie ik ongaarne velen mijner leermeesters mis, mijn dank voor het aandeel, dat ge hebt gehad aan mijne vorming tot medicus.

INDEX.

Blz.

AFDEELING I: Onderzoek naar de waarde der gezichtsproeven aan de hand der litteratuur 1

HOOFDSTUK I: Definitie der gezichtsscherpte 4

HOOFDSTUK II: Maat en bepaling der gezichtsscherpte . . . 4

1. Invloed van accommodatie en refractie 4
2. Invloed van onregelmatigheden in de structuur der brekende medien 5
3. Invloed van de verdeeling van kegeltjes en staafjes . . 6
4. Eigenschappen van het physiologische netvliesbeeld . . 8
   - Physiologische verstrooiing. 8
   - Physiologisch punt 9
   - „Empfindungskreis." 11
5. De dubbellijn als maat der gezichtsscherpte 12

HOOFDSTUK III: Gebruikelijke Optotypi 15

1. Punten van Guillery 15
2. Puntgroepen van Burchardt 15
3. Optotypi uit lijnen bestaande 15
   - a. Soorten 15
   - b. Gecompliceerdheid 18
   - c. Lengtemaat of quadratische maat. 22
4. Eigenschappen van het centrum retinae 23
   - a. Anatomische eigenschappen 23
   - b. Physiologische eigenschappeen 24
   - Het bestaan der gelijkwaardigheid der foveale elementen 26
5. Wijze van perceptie voor gezichtsproeven 30
6. Invloed van oogbewegingen bij het waarnemen van gezichtsproeven 31
   - a. Lichaams-bewegingen 32
   - b. Hoofd- „ 32
   - c. Oog- „ 32

Blz

AFDEELING II: Doel van nieuwe onderzoekingen. Verschillende factoren, waarop bij de bewerking der onderzoekingen te letten is 35
HOOFDSTUK I: Gebruikte Optotypi Aard, kleur, contrast van object en achtergrond 36
HOOFDSTUK II: Noodzakelijkheid van een kunstmatig fixatiepunt. 39
HOOFDSTUK III: Vermijden van oogbewegingen. Methode van den korten exposietijd. Reflextijd der oogbewegingen 40
HOOFDSTUK IV: Kan aan de resultaten van een enkel waarnemer algemeene beteekenis worden toegekend? 44
1. Toestand van het oog 44
a. Refractie 45
b. Invloed der lucht op de gezichtsscherpte . . . 45
c. Invloed der pupilwijdte. 46
d. Avondvermoeidheid 46
e. Adaptatietoestand 47
2. Psychische invloeden 50
3. Eigenaardigheden van den onderzoeker 50
a. Invloed van ontwikkeling 50
b. Invloed van leeftijd 51
c. Invloed van geslacht 52
4. Waarnemingen afkomstig van een enkel oog 52

AFDEELING III. Eigen proeven 53
HOOFDSTUK I: Inrichting der proeven 53
1. Arbeidsruimte 53
2. Verlichting 53
3. Proefobjecten 57
4. Tachistoscoop 59
5. Fixatie-apparaat 63
6. Waarnemend oog 64
7. Persoon van den onderzoeker 64
8. Andere voorwaarden voor onderzoek 64
HOOFDSTUK II. Onderzoek naar het al of niet voorkomen van oogbewegingen bij het waarnemen van gezichtsproeven . . . 65
1. Experimenten 65
2. Toelichting 70
3. Vergelijking der gevonden objectgrootten met de afmetingen der fovea centralis 79
4. Proeven met zeer korten expositietijd 81
HOOFDSTUK III: Onderzoek naar het bestaan van gelijkwaardigheid der foveale kegels 82
1. Gezichtsveldje met maximale gezichtsscherpte. . . . 82
2. Vergelijking van twee- en driebeenige haken 84
3. Compensatie van lichtsterkten en lettergrootten . . . 85
4. Compensatie van expositietijden en objectgrootten . . . 89
HOOFDSTUK IV: Onderzoek naar de verschijnselen van ondersteuning bij zeer kleine objecten in verband met de kegelgrootte . . 90

Blz.

HOOFDSTUK V: Het staafjeszien 95
1. Aard van het staafjesbeeld 98
2. Wijze van perceptie 98
3. Afmetingen van het centrale gezichtsveld-defect . . . 99
4. Eigenschappen der middelste staafjes 100
5. Aanteekeningen uit de litteratuur 102
HOOFDSTUK VI. Conclusies. 102

AFDEELING IV. Aanteekeningen 105

AFDEELING V. Litteratuur-overzicht 134

AFDEELING I.

HOOFDSTUK I.

Definitie gezichtsscherpte.

Wanneer men nagaat, welke opvattingen van het begrip gezichtsscherpte bestaan, stuit men op verschillende meeningen, welke tot op dit oogenblik niet tot overeenstemming hebben geleid. Onder die meeningen zij slechts terloops melding gemaakt van de opinie van Treviranus, die naast gezichtsscherpte eene gezichtsduidelijkheid onderscheidde. Deze onderscheiding is reeds door Volkmann weerlegd (2). Ideën van denzelfden aard zijn door Reche en Guillery (4) geuit. Maar hiervan afgezien beschouwt men tegenwoordig in het algemeen gezichtsscherpte als eene functie van ruimte- of plaatszin of wel van vormenzin, waarbij de vormenzin opgevat moet worden als een gecompliceerde ruimtezin (Aubert 5). Het middel om ruimte- of vormenzin te bepalen is gegeven in het distinctievermogen, waaronder men algemeen verstaat het vermogen om twee punten als van elkaar onderscheiden te kunnen aanwijzen. Als maat voor dit vermogen beschouwde men vroeger algemeen den gezichtshoek d.w.z. den kleinsten hoek, waaronder

twee punten kunnen worden onderscheiden. Deze angulus visorius was reeds in het begin der 17de eeuw bekend (Scheiner), en is de grondslag geworden voor het systeem van Snellen (6). Sedert men eene meer nauwkeurige voorstelling van den bouw van het netvlies en van den aard der netvliesbeelden heeft verkregen, heeft men — wel is waar ten koste van veel verwarring (Badal) — den ouden gezichtshoek vervangen door den netvlieshoek, zooals die geformuleerd is door Nagel, Sigalas, Schweigger. Snellen oordeelde het nog noodig de gezichtsscherpte streng te scheiden van de retinaalperceptie. Als laatst geldende opinie heeft Landolt (9) den netvlieshoek als maat der gezichtsscherpte gehandhaafd.

Nu is er eene groep van onderzoekers (Javal, Guillery, Stettler) die het niet mogelijk oordeelen de gezichtsscherpte eenvoudig als functie van den vormenzin zonder meer te beschouwen. Guillery (10) heeft zich veel moeite getroost om aan te toonen, dat het vergeefs zal blijven verband te zoeken tusschen gezichtsscherpte en vormenzin. Daarom heeft hij ook de algemeen gebruikelijke methode, het distinctievermogen te meten, verlaten en zich beperkt tot het meten van den ruimtezin in zijnen eenvoudigsten vorm. Hij doet dit niet als Aubert, die wel degelijk den onderscheidingshoek voor twee punten bepaald heeft, maar door den gezichtshoek voor een enkel punt te meten, hetgeen door Groenouw en Katz als het bepalen eener „Punkt-Sehschärfe" betiteld wordt (11).

Moeten we nu de oude methode gaan verlaten en voor het vervolg de „Punktsehschärfe" gaan meten? Voor enkele gevallen is dit ook door Snellen geschied; maar het wil ons toch toeschijnen, dat de oude

methode de voorkeur blijft verdienen. Guillery heeft geen kans gezien de gezichtsscherpte met den vormenzin te meten; wel trachten hij en Javal (13) te bewijzen, dat hunne methode minstens even eenvoudig is als de gewone methode en een qualitatief onderscheid eigenlijk niet bestaat; maar deze meening is herhaaldelijk bestreden (14), en ook wij gelooven, dat zij niet kan worden gehandhaafd. We gronden onze meening hierop, dat wanneer voor de huid — Guillery erkent het zelf — geen rechtstreeksch verband tusschen de sterkte van den enkelen prikkel en den onderlingen afstand der twee te onderscheiden prikkels bestaat, evenmin voor het netvlies iets dergelijks mag worden aangenomen. Zoude men door den eigenaardigen bouw van het centrum foveae aan eene dergelijke relatieve onafhankelijkheid van wat men noemt physiologisch punt en „Empfindungskreis" kunnen twijfelen, voor de peripherie komt de overeenkomst met de huid duidelijk voor den dag (16). Hieruit volgt, dat men het bloote onderscheiden in de ruimte van een enkel punt niet gelijk kan stellen met het onderscheiden van twee punten met betrekking tot elkaar. Daarbij komt het er ook op aan de richting der twee punten ten opzichte van elkaar te onderscheiden (Wolffberg 17). Dit laatste is eene eigenschap van het oog, welke zich toch zeker niet met een enkel punt laat bepalen.

Wanneer nu de vormenzin de grondslag is der gezichtsscherpte, zullen we er naar streven hiervoor eene maat te vinden. Bij het construeeren dezer maat zal blijken in hoever de gebruikelijke optotypi daaraan beantwoorden.

HOOFDSTUK II.

Maat en bepaling der gezichtsscherpte.

Bij het zoeken naar eene maat voor de gezichtsscherpte is het noodzakelijk het netvliesbeeld in alle zijne eigenschappen te kennen.

Verschillende zaken oefenen invloed op den bouw van het netvliesbeeld. Deze zijn:

1° accommodatie en refractie,
2° onregelmatigheden in de structuur der brekende mediën,
3° de verdeeling van kegeltjes en staafjes.

De invloed hiervan is achtereenvolgens te bestudeeren.

Invloed van accommodatie en refractie.

Donders (18) heeft er reeds op attent gemaakt, dat het niet onverschillig is, hoe de gezichtsscherpte wordt gemeten, zonder of met inspanning der accommodatie. Hij onderscheidde daarom eene absolute van eene relatieve gezichtsscherpte.

Uit de berekeningen van Gullstrand kan men zien, dat voor elke dioptrie der accommodatie de relatieve gezichtsscherpte met $1^1/_2$ % moet vermeerderd worden, ten einde tot de absolute te geraken. Nu schijnt Donders van meening te zijn geweest, dat bij de bepaling der absolute gezichtsscherpte bij ametrope oogen de werking der corrigeerende glazen mag worden verwaarloosd. Dit mag worden toegelaten, wanneer de gezichtshoek de gezichtsscherpte bepaalt; niet meer, wanneer men zich naar den netvlieshoek richt. Speciaal van Fransche zijde is hierop de aandacht gevestigd (19). Uit velerlei onderzoekingen nl.

is gebleken, dat de correctie der ametropie door passende glazen een netvliesbeeld en eenen netvlieshoek kan doen ontstaan juist zoo groot, alsof het gecorrigeerde ametrope oog emmetroop ware. Daartoe is het noodzakelijk, dat de stand dier glazen aan speciale voorwaarden voldoet; want anders wordt de netvlieshoek gewijzigd, verkleind bij myopie en vergroot bij hypermetropie (Badal). Omdat het dikwijls moeielijkheden zal geven aan de gestelde voorwaarden te voldoen, zal het wenschelijk zijn met Badal de acuité vraie te bepalen, mits bij verslapping der accommodatie.

Heeft men de gezichtsscherpte te bepalen van emmetropen en ongecorrigeerde ametropen zoo zal door absolute en door de ware steeds dezelfde netvlieshoek worden aangewezen. Moet de acuité apparente worden bepaald zoo zal deze met de hulp der door Badal, Bordier, enz. opgestelde formules gemakkelijk in de acuité vraie kunnen worden omgezet (20).

Invloed van de onregelmatigheden in de structuur der brekende mediën.

Afgezien van enkele onbeduidende troebelingen in cornea, lens en glasvocht, die op de vorming van het netvliesbeeld van geen invloed mogen worden geacht, is het vooral de vorm van de lens, die aan het netvliesbeeld eene andere gedaante geeft dan bij een zuiver optisch stelsel het geval zoude zijn. Eensdeels zal door de randstralen der lens eene chromatische aberratie moeten ontstaan, anderdeels eene sphaerische verstrooiing tot ontwikkeling moeten komen. Inderdaad is gebleken, dat de verstrooiingscirkels het netvliesbeeld steeds zeer veel grooter doen uitvallen dan het behoort te zijn. De grootte dezer verstrooiingscirkels is herhaaldelijk bepaald.

Door Helmholtz b.v. wordt bij 4 m.M. pupilwijdte de grootte van den verstrooiingskring bepaald op 0.0426 m.M. Daarbij heeft men gevonden, dat de grootte der verstrooiingscirkels afhankelijk is van de pupilwijdte en daarmede recht evenredig is; zoodat het gebruik van een zeer klein diafragma de verstrooiingscirkels zeer sterk beperkt. Inderdaad is eene scherpere begrenzing van het netvliesbeeld hierbij steeds te constateeren.

Invloed van de verdeeling van kegeltjes en staafjes.

Nog zeer onvoldoende is men omtrent de retinae der verschillende oogen ingelicht. Men weet betrekkelijk weinig van den groei der retina na de geboorte (de Vries), en onderstelt slechts geringe verschillen in volwassen oogen. Knapp neemt verder aan, dat het aantal netvlieselementen voor alle oogen nagenoeg even groot is. Dit beteekent voor emmetrope oogen, dat een netvliesbeeld van bepaalde grootte steeds hetzelfde aantal kegeltjes en staafjes in beslag zal nemen. Het beteekent voor hypermetrope oogen, dat meerdere elementen tot de vorming van het netvliesbeeld zullen medewerken; en voor myope oogen, dat daartoe minder kegeltjes en staafjes zullen volstaan. Dit in aanmerking nemende zal men een netvliesbeeld van bepaalde grootte voor ametrope en emmetrope oogen niet als gelijkwaardig mogen beschouwen, en het zal van invloed moeten zijn op de bepaling van de waarde der netvliesbeelden (of netvlieshoeken) in de verschillende oogen. Nu is de hypothese van Knapp wel bestreden maar niet bewezen. (Mauthner); de beslissing hierin blijve aan latere onderzoekingen.

Eenigszins beter is het gelukkig gesteld met onze

voorstelling omtrent den bouw van het netvlies der emmetropen wat betreft de grootte der kegeltjes en staafjes en hunne onderlinge ligging. De vroegere metingen gaven zeer uiteenloopende getallen. Ze varieerden van 1.5 tot 8 μ voor de breedte der kegeltjes (21). De metingen uit lateren tijd van Koster, Fritsch, Heine, Dimmer echter geven betere overeenstemming. Bij hen varieert de kegelbreedte slechts van 4 tot 4.5 μ. Uit de vroegere en latere metingen weet men ook, dat in het centrum foveae de kegelbases tegen elkaar sluiten als de cellen eener honigraat, zoodat eene meetbare tusschenruimte niet bestaat. Men weet evenzeer, dat buiten het midden der fovea de kegeltjes dikker zijn, verder uit elkaar liggen, eerst van zeer enkele veel dunnere staafjes, meer peripheer van geheele staafjeskransen (22) omgeven zijn.

Recapituleerende zij opgemerkt, dat de invloed der accommodatie op de grootte van het netvliesbeeld bekend is, dat verschil in refractie geen beletsel behoeft te zijn voor de kennis van den netvlieshoek, dat pupilvernauwing de schadelijke werking van de verstrooiingscirkels wel vermindert maar niet opheft, dat de andere onregelmatigheden in den bouw van het oog voor de vorming van het netvliesbeeld niet in aanmerking komen; dat men voorloopig geen aanmerkelijke individueele verschillen in grootte en plaatsing der kegeltjes en staafjes mag aannemen.

Kon men zich onafhankelijk maken van de schadelijke werking der verstrooiingscirkels, zoo zouden het theoretisch geprojecteerde netvliesbeeld en het in werkelijkheid voorkomende de grootst mogelijke overeenkomst bezitten. Gelukkig helpt de natuur mede door te bewerken, dat het physische beeld beter is dan het physiologische.

Eigenschappen van het physiologische netvliesbeeld.

Helmholtz heeft reeds bewezen, dat de lichtstralen, die de verstrooiingscirkels vormen, voor het physiologische beeld eene geheele andere beteekenis bezitten dan de stralen van het kernbeeld. Door de groote uitgebreidheid der verstrooiingscirkels zullen ze veel eerder beneden de „Reizschwelle" der kegeltjes en staafjes blijven dan het kernbeeld. Gemakkelijk kon Helmholtz dit bewijzen voor de gekleurde verstrooiingscirkels. Het totaal achromatisch maken zijner oogen gaf volstrekt geene verbetering der gezichtsscherpte.

Het zal dus slechts van de intensiteit der verstrooiingsstralen afhangen, of ze door het oog kunnen worden waargenomen of niet. Het is nu niet de vraag, hoe zich hierbij voorwerpen verhouden met zeer sterk contrast (lichtvlammen, enz.), maar voorwerpen, die bij de bepaling der gezichtsscherpte plegen te worden gebruikt: zwarte objecten op witten grond of omgekeerd. Uit het geringe onderlinge verschil in zichtbaarheid dezer laatste voorwerpen wordt wel het best de geringe invloed der verstrooiingscirkels bewezen. De proeven van Aubert met stippen (zwart en wit) op grijzen grond toonen aan, dat de bestaande verstrooiingscirkels geheel onzichtbaar kunnen worden.

Eene andere eigenschap van het physiologische netvliesbeeld is door Exner aangetoond. Hij vond, dat de prikkel van een retinaelement direct kan overgedragen worden op een naastgelegen element. Zal dit de afzonderlijke werking der elementen moeten belemmeren, daarnaast vond Exner, dat de sterkere prikkel tevens den zwakkeren onderdrukken kan. Dat in het netvlies inderdaad iets dergelijks plaats hebben moet, bewijst de waarneming, dat het nabeeld zich

tegenover de irradiatie anders verhoudt dan het direct waargenomen beeld (Wolff, enz). Nog duidelijker wordt het aangetoond door de proeven van Schoute met kransen van zeer kleine objecten, waarbij van den invloed van verstrooiingscirkels voor deze voorwerpen weinig te bespeuren viel.

Bij het zoeken naar eene maat voor den vormenzin, te bepalen uit de grootte en onderlinge ligging der twee kleinst waarneembare netvliesbeeldjes, zal men dus mogen aannemen, dat aard en grootte der netvliesbeelden met betrekking tot de ligging van kegeltjes en staafjes met voldoende zekerheid bekend kunnen zijn.

Bij het bepalen der gezichtsscherpte gaat men uit van :

1° het kleinst waarneembare netvliesbeeld, het zoogenaamde physiologische punt (Aubert 23) ;

2° den kleinst onderscheidbaren afstand, tusschen twee zoodanige punten (Empfindungskreis van Weber).

Physiologisch punt.

Bij de bepaling van het physiologisch punt zijn we geneigd mede te gaan met de meening van Aubert (24), dat in een zoo hoog ontwikkeld orgaan als het menschelijk oog elk netvlieselement in staat zal zijn afzonderlijk eene perceptie tot bewustzijn te kunnen brengen. Dit te verwerpen zooals Guillery en Best (25) doen, omdat zij meenen, dat de bouw van het oog niet toelaat, dat de stralen van een punt uitgaande op het netvlies weder in een punt tezamen komen, schijnt na de nauwkeurige onderzoekingen van Schoute en ook uit de waarnemingen van Guil-

lery zelf, dat het kleinst waarneembare object kleiner zijn kan dan de oppervlakte van een enkel kegeltje, niet meer houdbaar (26).

Dat men bij de bepaling van het physiologisch punt, waarvan men na het bovengenoemde moet verwachten dat het de grootte van een enkel kegeltje zal hebben, zoozeer verschillende waarden heeft verkregen, vindt vermoedelijk zijn grond in de omstandigheid, dat men niet altijd de juiste objecten heeft weten te kiezen. Uit de proeven van du Bois-Reymond en Wertheim bij het bepalen van het aantal „Seheinheiten", die zoo opvallend schenen overeen te stemmen met de metingen van Salzer en van du Bois-Reymond zelf, mag men niet tot eene grootte van het physiologisch punt van 2′ besluiten, aangezien het contrast der lichtpunten veel te sterk was. Het gelukte hun wel de physische verstrooiingscirkels te onderdrukken door het gebruik eener nauwe, kunstmatige pupil, maar niet de physiologische. Aubert (27) ontweek deze moeilijkheid door het contrast tusschen voorwerp en achtergrond te verminderen. Kiest men het contrast niet te groot, zoo kan het nog vrij groote schommelingen verdragen. Aubert stemt daarin volkomen overeen met Groenouw en Guillery. We hebben reeds besproken, dat zwarte en witte voorwerpen op grijzen grond geen invloed van verstrooiingscirkels ondervinden.

Gaat men op deze wijze na, welke waarde voor het physiologische punt is gevonden, dan komt men tot vrij constante getallen, die voor Aubert en Groenouw 35″ en 30″ bedragen, voor Guillery 50″ en voor mijzelven ± 20″.

Dat 30″ kleiner is dan de oppervlakte van een enkelen kegel, die 60″ bedraagt, doet niets ter zake. Hoofdzaak is, dat bij alle onderzoekers de grootte van

het physiologische punt niet meer bedraagt dan een enkele netvlieskegel, en dat de regel van Aubert volkomen waar blijkt, dat de prikkeling van eenen enkelen kegel naar de schors overgebracht kan worden zonder de hulp van naastliggende elementen.

„*Empfindungskreis*".

Bij de beteekenis, die Weber aan den Empfindungskreis heeft gegeven, zal deze daarop moeten neerkomen, dat twee indrukken afzonderlijk kunnen worden weergegeven, wanneer ze twee kegels prikkelen, die een ongeprikkeld element tusschen zich laten. De kleinste waarde zal dus 60″ moeten bedragen. Ter bepaling van de grootte der Empfindungskreise maakt men gebruik van dubbelpunten of dubbellijnen. De kleinste afstand, waarop zoo'n dubbel-voorwerp nog gescheiden kan worden herkend, zal echter geenszins de grootte van den Empfindungskreis aangeven (du Bois-Reijmond 28). Volkmann en Aubert konden ook niet tot een vertrouwbaar resultaat komen bij het zoeken van den kleinst waarneembaren afstand van twee objecten. Evenzoo mag de waarneming van Hooke niet als grondslag voor het distinctievermogen worden aangenomen, sedert door Aubert (29) is aangetoond, dat deze waarneming op eene vergissing heeft moeten berusten, aangezien de onderscheiding van twee sterren eenen veel grooteren hoek dan 1′ verlangt.

Aubert heeft op de volgende wijze de grootte van den Empfindungskreis bepaald. Hij heeft de ruimte gemeten, die drie gelijkgroote indrukken op het netvlies noodig hebben, twee voor de te beschouwen voorwerpen en één voor den tusschenliggenden achtergrond (het ongeprikkelde element). Volgens deze methode heeft Aubert (30) inderdaad gevonden, dat

voor zijn eigen scherpziend oog de grootte van den Empfindungskreis gemiddeld 60″ bedraagt.

Dat dit cijfer niet toevallig is, bewijzen de latere onderzoekingen van Groenouw en Guillery en ook die van mezelf.

De dubbellijn als maat der gezichtsscherpte.

Wanneer men hieruit kan besluiten, dat èn het physiologisch punt èn de Empfindungskreis beide de waarde hebben van de oppervlakte van een kegeltje, volgt daaruit, dat het rationeel zal zijn het distinctievermogen te onderzoeken met twee zwarte punten van dezelfde grootte, met een onderlingen afstand gelijk aan de grootte der enkele punten (31). In werkelijkheid echter ziet men, dat haast alle onderzoekers met dubbellijnen hebben gewerkt, en dat de gezichtsscherptebepalingen bijna steeds geschieden met objecten, die dubbellijnen tot grondslag hebben (32). Het vervangen van punten door lijnen heeft misschien nieuwe momenten ingevoerd.

Ten gevolge van de onderlinge ondersteuning der netvlieselementen is eene lijn, die als eene aaneenschakeling van physiologische punten moet worden beschouwd, gemakkelijker te herkennen dan een enkel punt (33). Bij het waarnemen eener dubbellijn zal men dus niet anders doen dan eenige physiologische puntenparen op eene rij gelegen, bekijken. Tegenover het voordeel van meer gemakkelijke onderscheidbaarheid staat het nadeel, dat de tusschen de twee lijnen liggende verstrooiingscirkels, die voor punten niet worden waargenomen, nu door de onderlinge versterking wel kunnen worden gepercipieerd. Men zal hieruit kunnen verwachten, dat de tusschenliggende kegelserie, die theoretisch niets behoort te ontvangen, zoo sterk wordt geprikkeld dat het verschil

met de naastliggende kegelserie te gering wordt om waargenomen te kunnen worden (cf. 32). Deze verstrooiingscirkels versterken echter niet alleen de middenserie, ze versterken evenzeer de beide geprikkelde seriën. Door deze versterking wordt het contrast met de middenserie weder zooveel grooter, dat de waarneembaarheid der dubbellijnen niet slechts niet bemoeielijkt maar vergemakkelijkt wordt blijkens het feit, dat de onderscheidingshoek 60″ en minder kan bedragen tot 36″ toe. Volgens Uhthoff, Bordier en Charpentier is de hoek van slechts 30″ de normale (34). Maar dit cijfer geldt niet voor de eenvoudige dubbellijn, doch voor optotypi. Bij de behandeling der gezichtsproeven komen we er op terug.

Wat betreft de wijze van perceptie van eene dubbellijn zijn we van de onderstelling uitgegaan, dat deze dubbellijnen worden waargenomen precies zooals ze op het netvlies worden afgedrukt. Dit wordt wel betwijfeld, en deze twijfel is niet van jongen datum. Reeds ten tijde van Volkmann (35) werd het denkbeeld uitgesproken, dat misschien minimale oogbewegingen bij de perceptie hulp verleenen. Dit heeft Volkmann aanleiding gegeven een paar dubbellijnen op haren onderscheidingshoek te onderzoeken bij uitsluiting aller oogbewegingen. Hierbij bleek hem, dat met of zonder oogbewegingen de onderscheidingshoek onherroepelijk dezelfde blijft. Ook uit mijne eigen proeven is nooit iets anders gebleken. Toch blijft een punt zonderling. Wanneer deze voorstelling juist is, en daaraan kan men niet goed meer twijfelen, moet men de lijnen niet anders kunnen waarnemen dan gekarteld (36), in overeenstemming met het netvliesmozaïek. Hering (37) heeft daarvoor eene verklaring gegeven. De minimale schommelingen, die het

fixatiepunt steeds zal maken bij het beschouwen van een voorwerp zijn oorzaak, dat het beeld steeds aangevuld wordt.

We moeten ook nog de aandacht vestigen op de tegenwerping van Wülfing en De Obarrio, dat de onderscheidingshoek zelfs van 30″ nog veel te groot is, en niet meer behoort te bedragen dan 12—14″. Het behoeft geen betoog, dat eene dergelijke maat tot de onmogelijkheden behoort en eene andere beteekenis moet hebben. Het is weder Hering, die hierbij het rechte heeft gevonden. Uit zijne teekeningen blijkt, dat de noniuslijnen, waarmede door Wülfing en De Obarrio geëxperimenteerd is, niets anders bepalen kunnen dan een prikkelverschil van naast elkaar gelegen kegeltjes. Dat daarvoor een onderscheid van 12—14″ voldoende blijkt, heeft niets bevreemdends; door Best werd zelfs 2″.5 gevonden.

Wanneer we ten slotte het geheel overzien, blijkt, dat het zeer goed mogelijk is het distinctievermogen als elementaire maat van den vormenzin te bepalen. Het blijkt verder, dat de eenvoudigste vorm van bepaling, die met een dubbelpunt, op practische moeielijkheden stuit en zonder nadeel vervangen kan worden door de bepaling met eene dubbellijn. Het eenige willekeurige, dat schuilt in deze wijze van doen, is gelegen in de bepaling van de lengte der gebruikte lijnen. De praktijk zal moeten leeren, welke lengte de meest gewenschte is.

Wat ons nu te doen staat, is te onderzoeken, of de in gebruik zijnde gezichtsproeven, waaronder men de eenvoudige dubbellijn van bepaalde lengte niet aantreft, aan de eischen voldoen en met de grootere complicatie niet nieuwe momenten hebben medegebracht.

HOOFDSTUK III.

Gebruikelijke Optotypi.

Men kan de gezichtsproeven in 3 groepen verdeelen
1° enkele punten of quadraten : (Guillery)
2° groepen van punten : (Burchardt, Böttcher) ;
3° figuren uit lijnen bestaande: (Snellen, enz.)

Punten van Guillery.

Deze groep kan onbesproken blijven, omdat ze niet voldoet aan de eischen, door het distinctie-vermogen gesteld.

Puntgroepen van Burchardt.

Het moet mogelijk zijn, dat de plaatsing der punten zoo gekozen wordt, dat aan alle eischen van het distinctievermogen wordt voldaan. Ook het aantal der punten moet men zoo kunnen kiezen, dat de indruk gemakkelijk genoeg wordt om niet meer het bezwaar te gevoelen, dat Aubert bij een dubbel punt heeft bemerkt, nl. de te groote zwakheid van den indruk. Wanneer men evenwel ziet, dat de onderscheidingshoek voor Burchardt's punten meer dan 2′ bedraagt, begrijpt men onmiddellijk, dat hiermede het ideaal niet wordt bereikt. Bovendien eischt de praktijk als contrôle-maatregel, dat het getal der punten wordt genoemd. Dit tellen berust niet op het distinctie-vermogen van het oog alleen. Dientengevolge moet deze groep vervallen (38).

Optotypi uit lijnen bestaande.

Onder deze gezichtsproeven wordt geen rekening gehouden met de gewone letters, zooals ze door Küchler zijn ingevoerd en door Jaeger algemeen zijn

geworden, omdat de gelijkheid van lijnen en tusschenruimten daarin niet te herkennen is. Er zal alleen worden gerekend met de blokletters van Snellen en met die, welke daaruit afgeleid of daarnaast ontstaan zijn; van welke men onderstellen mag, dat physiologisch punt en Empfindungskreis beide er voor de zelfde waarde in fungeeren.

Ze hebben alle gemeen, dat ze gecompliceerder zijn dan de eenvoudige dubbellijn. Eene rubriek heeft zeer groote overeenkomst behouden met de dubbellijn; eene tweede groep vertoont daarmede slechts in naam overeenkomst; terwijl eene geheele serie in gebruik is gekomen, waarin de rechte lijn geheel of gedeeltelijk door de kromme is vervangen.

Wat betreft *de eerste groep*, die der haakfiguren, twee- of driebeenige, moet worden opgemerkt, dat de tweebeenige, zooals ze zijn aanbevolen door Steiger en Fick, geschrapt behooren te worden (39). Het daarin niet voorkomen van het prototype: de dubbellijn wordt niet vergoed door de gemakkelijke herkenbaarheid. Ze moeten geacht worden te behooren tot de willekeurige voorwerpen, waaraan het wetenschappelijk principe niet ten grondslag ligt.

De driebeenige vorkfiguren van Snellen vertoonen schijnbaar volkomen overeenstemming met het principe der dubbellijn. Hieruit zoude men geneigd zijn af te leiden, dat ze volkomen bruikbare objecten zijn.

De stamletter E moet ook hierbij worden gerekend, ofschoon direct de vraag rijst, of de meerdere gecompliceerdheid het principe ongeschonden heeft doen bewaard blijven.

De tweede groep, waaronder als letter A, F, L, enz., te rekenen zijn, moeten ook als willekeurig worden

geschrapt. Het principe der dubbellijn is daarin slechts schijnbaar neergelegd. Hare herkenbaarheid op ongeveer denzelfden afstand als de anderen is toevallig en maakt ze niet aanneembaar (40).

De derde groep bevat die letters, welke geheel of gedeeltelijk uit kromme lijnen bestaan. Dat de daarin vertegenwoordigde serie physiologische punten, niet in ééne richting ligt, mag niet als bezwaar gelden. Immers het doel de minder bezwaarlijke waarneming — zonder invoering van nieuwe elementen — wordt even goed door de gekromde lijn bereikt als door de rechte. Hierbij bestaat evenwel gevaar, dat men zich op glad ijs begeeft. Men zal de dubbellijn eenige malen van richting kunnen doen veranderen, zonder dit principe te wijzigen. Maar het is de vraag of de eenvoudige wijze van perceptie, die voor de rechte dubbellijn ondersteld wordt, nog wel voor de dubbellijn met herhaaldelijk gewijzigde richting is aan te nemen. Guillery (41) heeft hiervan wat gevoeld, en is na zeer interessante proeven tot de conclusie gekomen, dat de duidelijkheid, waarmede eene kromming van kleinen straal kan worden onderscheiden, grooter is dan die, waarmede eene kromming van grooteren straal wordt herkend. Het wil me toeschijnen, dat Guillery bij zijne redeneering te veel rekening heeft gehouden met de noodzakelijkheid, dat bij het waarnemen van krommingen oogbewegingen moeten worden uitgevoerd. Mocht eens blijken, dat voor de perceptie van dergelijke vormen oogbewegingen niet noodig zijn, zoo zal men de conclusie van Guillery op verschillende plaatsen moeten wijzigen. Intusschen zullen we gelegenheid hebben hierop terug te komen.

Wanneer voor de letters van deze groep het prin-

cipe der dubbellijn door het voorkomen van verschillende afstanden van de onderdeelen ten opzichte van elkaar herhaaldelijk geschonden blijkt, zoo volgt hieruit en uit het eerste argument, dat ze behooren tot absoluut willekeurige voorwerpen, die eene toevallige overeenkomst schijnen te bezitten, wat betreft den onderscheidingshoek met de dubbellijn (42).

En nu de quaestie der *gecompliceerdheid?*

Met voordacht zijn de optotypi door Snellen gecompliceerd gekozen, wijl de herkenning met meerdere zekerheid is te controleeren en gelegenheid gegeven wordt tusschenvormen in te schuiven (43). Even goed als praktische gronden er toe hebben gebracht de punten door lijnen te vervangen, even goed mag het geoorloofd heeten de complicatie iets verder te drijven, mits de wijze van perceptie en het er aan ten grondslag liggende principe niet worde gewijzigd. En dat laatste is het, wat tegen het gebruik der letters tegenstand heeft opgewekt en tot zekere hoogte de gezichtsscherptebepaling tot eene „Intelligenzprüfung" (Donders) heeft gemaakt. Het vermogen de letter te raden is zeer verschillend ontwikkeld onder de menschen, en speelt eene groote rol bij het herkennen van letters. Hierop is herhaaldelijk gewezen door Guillery, Steiger, Goldscheider, Merdas, enz. (44).

In den allerlaatsten tijd is vermoedelijk om dezelfde reden het gebruik der letters ontraden (Javal en Pergens). Wel maakt Snellen (45) er op attent, dat de letters scherp moeten worden onderscheiden en dat dit onderscheiden door sommigen wordt vervangen door raden ; dit neemt niet weg, dat men hierin geen dwang kan bezigen (46). Evenmin als men bij het onderscheiden van punten eenen maatstaf heeft, of hun stand scherp wordt onderscheiden

of geraden, evenmin heeft men bij het waarnemen van letters eenen anderen maatstaf dan dat de letter goed wordt genoemd, wat dikwijls het gevolg zal zijn van raden. Bij de waarneming een constant oordeel te bezitten (Volkmann 46) behoort tot de zeer moeielijke opdrachten; en het zal nooit gelukken dit van ieder te kunnen verlangen. Het is nu de vraag, of door de gecompliceerdheid het principe der dubbellijn ongeschonden is bewaard gebleven.

Wanneer we alleen rekening houden met die figuren, die schijnbaar het minst van het principe afwijken, zoo komt voor deze iets voor den dag, wat er niet in behoort. Wanneer Charpentier enz. (47) er op wijzen, dat de onderscheidingshoek niet 60″ maar slechts 30″ bedraagt, zoo moeten de optotypi — daarvoor geldt het laatste cijfer — andere gegevens aanbieden dan de dubbellijnen, voor welke een zoo kleine hoek als norma niet bestaanbaar is. Dat de onderscheidingshoek van 60″ voor de optotypi over het algemeen te groot wordt geacht bewijzen de opmerkingen, die daaromtrent gedurende den laatsten tijd zijn gemaakt. Wolffberg bv. (48) stelt voor den normalen visus op 2 à $2^1/_2$ te bepalen; terwijl Javal onlangs heeft voorgeslagen hiervoor $1^1/_2$ te rekenen. Snellen (49) brengt hiertegen in het midden, „dat „men aan zijnen standaardhoek niet de waarde van „normale of maximale gezichtsscherpte mag toekennen, „omdat dit nooit de bedoeling is geweest." Maar het feit is niet te loochenen, dat met de optotypi een visus van 2 en meer mogelijk is, hetgeen niet het geval had moeten zijn, zoo ze juist aan het grondtype beantwoordden.

Inderdaad is de driebeenige haak — het getrouwe beeld der dubbellijn — gewijzigd, teneinde haar onder

denzelfden hoek onderscheidbaar te doen zijn als de letters (50). Doch door de inkorting van het middenbeen geeft niet de eenvoudige dubbellijn den doorslag bij het onderscheiden maar de buitenbeenen, waarvan de vrije uiteinden op te grooten afstand komen te staan en die het herkennen van den stand der gansche figuur nog toelaten, wanneer de scherpe onderscheiding der dubbellijnen reeds heeft opgehouden. Dit verklaart volkomen eene schijnbare driedubbele gezichtsscherpte. Maar het demonstreert tevens, dat de letters eene eigenschap bezitten, waardoor ze eveneens nog te herkennen zijn op eenen afstand, waarbij scherp onderscheiden der onderdeelen niet meer mogelijk is.

Afgezien van de wisselende resultaten, die men met letters verkrijgt als gevolg van de slordige uitvoering, welke herhaaldelijk aanleiding heeft gegeven tot klachten (51) moet men met Javal, enz. aannemen, dat de letters tenminste voor zeer exacte waarnemingen — we beschouwen alle optotypi uit een zuiver wetenschappelijk oogpunt — niet juist den maatstaf weergeven, waarbij scherp onderscheiden der onderdeelen moet worden verlangd. Hieruit volgt onmiddellijk, dat ze voor zeer preciese waarnemingen niet mogen dienen.

De driebeenige haak verliest hare willekeur, zoo de beenen even lang zijn. Deze zal dan eene gezichtsscherpte aanwijzen, zooals die door de dubbellijn van bepaalde lengte wordt aangegeven. Echter komt nu onmiddellijk de gedachte op, waartoe het derde been dient, waarom niet wordt besloten tot geheele afschaffing van het drietandsysteem en overgegaan tot de enkele haak.

Wil men uit de waarneembaarheid van eene haakfiguur conclusies kunnen trekken met betrekking tot

de grootte der kegeltjes, zoo zal men dit gemakkelijker kunnen doen met de driebeenige, dan met de tweebeenige. Immers projecteert men beide vormen op de retina, zoo zal de driebeenige haak slechts 5 kegelrijen bedekken, wanneer de netvlieshoek varieert van 60 tot 48″ per kegelrij; de tweebeenige haak evenwel zal kunnen schommelen tusschen 60 en 36″ per kegelrij, zonder dat daardoor de 3 kegelrijen worden verlaten. Dit schijnt me sterk in het voordeel te komen van de driebeenige haak.

Hierbij is ondersteld, dat de driebeenige haak juist zoo wordt gepercipieerd als de dubbellijn, nl. zonder hulp der oogbewegingen. Wel is waar is er geen reden om aan te nemen, dat de eene haak zich daarbij anders zal verhouden dan de andere, toch begint hier de moeilijkheid.

Snellen heeft zijne *formule* $V = \frac{d}{D}$ opgesteld in de meening, dat de perceptie der groote objecten op dezelfde wijze geschiedt als die der kleinste. Dit nu heeft veel tegenspraak uitgelokt. De bouw der retina zou eene dergelijke perceptie niet toelaten. De door de groote objecten geprikkelde periphere kegels zouden minder waard zijn dan de centrale, zoodat een visus $\frac{6}{60}$ in werkelijkheid minder zou zijn. Het is weder Guillery (52) geweest, die zich veel moeite heeft gegeven de onjuistheid der formule aan te toonen.

Behalve met de ongelijkwaardigheid der fovea centralis komt Guillery (53) voor den dag met de bewering, dat de grovere vormen relatief veel moeielijker te onderscheiden zijn. Volgens deze voorstelling is $V = \frac{6}{60}$ te groot behalve wegens eerstgenoemde reden daardoor, dat de 4 $\times$ vergrootte boog niet 4 $\times$

gemakkelijker te herkennen is, maar minder gemakkelijk. We hebben er reeds op gewezen, dat Guillery hierbij te veel waarde heeft gehecht aan den invloed der oogbewegingen. We gelooven dat wanneer blijkt, dat bij het waarnemen zelfs der grootste letters de perceptie zoo geschiedt, dat de oogbewegingen daarbij geen rol vervullen, het onderscheid tusschen sterkere of mindere kromming moet verdwijnen. Wanneer we daarbij er aan herinneren, dat optotypen met kromme lijnen behooren tot de willekeurige objecten, die voor zeer exacte waarnemingen niet aan te bevelen zijn, zoo kan het bezwaar van Guillery geheel vervallen. We hechten daarbij veel waarde aan de uitspraak van Aubert (54), dat men bij onbewogen netvlies zoo precies in het gezichtsveld georiënteerd is „als es die Feinheit des „Raumsinnes gestattet." Nu kan het krommingsverschil voor de haken niet gelden, wel dat de grootste haak op minderwaardig terrein verzeild geraakt, en daardoor eensdeels de formule van Snellen van onwaarde maakt, anderdeels de perceptie en bloc onwaarschijnlijk doet worden. De grootste haak beslaat op de retina een oppervlak van 50′—60′; want voor grootere objecten gebruikt Snellen zijne formule niet meer. We hebben dus te onderzoeken, of de fovea voor de grootste haken eene directe perceptie toelaat, hetgeen zal blijken uit de gelijkwaardigheid van de elementen in het in beslag genomen terrein; of er iets bekend is, hoe de grootere objecten worden gepercipieerd; of er ook iets bekend is over den mogelijk voorkomenden invloed van oogbewegingen op de perceptie dier figuren.

Eer we daartoe overgaan dient nog één punt besproken, nl. of de *lineaire maat* door Snellen aange-

nomen is vol te houden, of beter te vervangen is door de *quadratische maat*.

De oude idee van Vierordt (55) is weder opgenomen door Guillery (56), v. Fukala, Javal; terwijl de methode van Snellen, indertijd door Donders verdedigd, door Stettler en Leber (57) wordt gehandhaafd. Giraud-Teulon (58) schijnt eene tusschenpositie daarbij in te nemen. Wanneer men de gezichtsscherpte opvat als eene functie van den vormenzin, wat door Vierordt reeds aan Donders als noodzakelijk is toegegeven en wat door ons is geschied, volgt hieruit tevens, hoe de gezichtsscherpte te meten is. Het distinctievermogen bepaalt den vormenzin, de afstand tusschen twee punten het distinctievermogen, bijgevolg behoort de gezichtsscherpte als lineaire maat te worden uitgedrukt. Kon men de meening van Guillery omtrent gezichtsscherpte aannemen, zoo zou de quadratische maat op hare plaats zijn.

Eigenschappen van het centrum retinae.

Anatomische eigenschappen.

Terwijl men vroeger de *macula lutea* als centraal gedeelte van de retina beschouwde (59), vermoedelijk omdat de macroscopische bouw verschilt van het overige, is men daarvan tegenwoordig teruggekomen (60). Men beschouwt nu de fovea centr. als zoodanig (61). De grootte daarvan is evenwel moeielijk te beoordeelen, daar eene scherpe begrenzing tegenover de peripherie niet te geven is. De een ziet als centraal gedeelte aan: de inzinking, die elk netvlies op deze plaats vertoont; de tweede kiest dat gedeelte, waarin geene grootere vaten voorkomen; de derde het gedeelte, dat alleen door kegeltjes is bezet; de vierde slechts het terrein der zeer dunne kegeltjes.

De opgaven van de *inzinking* varieeren van 0.5—0.12 m.M. (62). Wat betreft het *vaatlooze gedeelte* is door Johannides (63) de oude meening gedeeld, dat de geheele macula vaatloos zoude zijn; terwijl b.v. door Schirmer is aangetoond, dat het slechts de fovea is, die geene vaten bezit. De juistheid hiervan volgt uit de horizontale maat door Leber opgegeven als 0.42 m.M. Door Norton is iets dergelijks bepaald (64) op andere manier, nl. door na te gaan in welk gedeelte van het centrale gezichtsveld entoptisch de beweging der bloedlichaampjes ontbreekt. Ook door hem wordt de geheele macula vaatvrij gedacht.

Meet men de *fovea entoptisch* door den lichtenden rand als grens aan te nemen, of de grens der zichtbare vaten te bepalen (65), dan komt men tot eene horizontale waarde van ongeveer 0,4 m.M. Voor mijzelf wordt het 0.75 m.M. Alleen Burow wijkt hiervan weder sterk af door het entoptische beeld de geheele macula te doen innemen.

Het *gezichtsveldje, waarin de kegeltjes sterk overwegen*, is op verschillende manieren bepaald b.v. met rechtstreeksche meting door Koster op ± 0.5 m.M. (66). Reeds op korten afstand van het midden dringen zich enkele staafjes tusschen de kegeltjes in (Fritsch, Heine), waaruit is afgeleid, dat het gedeelte waarbinnen zich de 50—60 centraalste kegeltjes bevinden als centrum behoort te worden beschouwd.

Physiologische eigenschappen.

Vergelijkt men de anatomie der fovea met hare physiologische eigenschappen, zoo is daarin een merkwaardig verband waar te nemen. Bij zwak licht ontstaat centraal een defect (67), dat in grootte volkomen overeenstemt met het veldje, waarin het

verschijnsel van Purkinje ontbreekt (68), of waarvoor de bij daglicht ingestelde „optische Gleichungen" voor zwak licht blijven bestaan, of waarvan Charpentier direct de schaduw kon herkennen als bewijs, dat de lichtgevoeligheid voor het centrale gedeelte langzamer terugkeert dan voor de peripherie. Al deze eigenschappen gelden voor een veldje, waarvan de horizontale middellijn wordt opgegeven als 0.45—0.70 m.M.

Vergelijken we deze opgaven met de anatomische maten, zoo wordt het waarschijnlijk, dat het juist het vaatlooze gedeelte is, waarvoor de specifiek centrale eigenschappen gelden. Voor concrete gevallen zal men durante vita de grootte van het centrum eenigermate uit de aderfiguur kunnen afleiden. Dat toch is bij eenige attentie zeer gemakkelijk te herkennen èn aan het afbreken der vaten èn aan de sikkelvormige schaduw èn aan den lichtenden wal.

Behalve door verschil in bouw en het op den voorgrond treden der staafjesfunctie bij zwak licht, munt de peripherie van het netvlies uit door slechten vormenzin en groote gevoeligheid voor het waarnemen van beweging (69). Hier eene grens tegenover het centrum aan te geven is voor het oogenblik ondoenlijk, daar nauwkeurige proeven in deze richting — voor zoover mij bekend — niet zijn uitgevoerd. Wel heeft men getracht het verminderde perceptie-vermogen der peripherie toe te schrijven aan de sterkere verstrooiingscirkels of onduidelijkheid der beelden door het schuin invallen der lichtstralen (70), maar deze verklaring is niet zeer overtuigend; zoodat wel niet anders overblijft dan een verminderd perceptievermogen der extrafoveale kegels aan te nemen (Nagel).

Het bestaan van gelijkwaardigheid der foveale elementen.

Zelfs de fovea centralis mag men echter niet als een in alle onderdeelen gelijkwaardig gedeelte beschouwen. Dit blijkt ten duidelijkste uit de bepalingen der gezichtsscherpte in het gebied der fovea zelf en in de onmiddellijke nabijheid ervan uitgevoerd. De opgaven hieromtrent loopen intusschen nog zeer uiteen. Leber b.v. gelooft, dat de plaats waarmede men het allerduidelijkst kan zien misschien niet grooter is dan een enkel punt (71); terwijl de oudere onderzoekers van verschillen spreken, die aan de macula of hoogstens in de directe omgeving der fovea voorkomen (72). In verband daarmede nemen zij het centrale gedeelte vrij groot, en hebben ze hunne waarnemingen voor de peripherie eerst op vrij aanzienlijken afstand van het werkelijke centrum aangevangen (Hueck, Hirschberg, Wertheim, Groenouw).

Het veldje dat gelijke gezichtsscherpte heet te hebben, varieert volgens de latere opgaven van 0.4—0.13 m. M. (73). Voor lichtzin is het door Guillery tot 0,050 m.M. gereduceerd (74); terwijl Kuhnt niet meer dan een veldje met volle gezichtsscherpte aannam, dat slechts 6 kegeltjes kan bevatten.

Er zijn allerlei middelen gebezigd om de gelijkwaardigheid der netvlieselementen te bepalen. Men heeft ontdekt, dat verzwakking van den prikkel gecompenseerd kan worden door uitbreiding van den prikkel over grooter terrein, ongeveer in dezelfde verhouding als de verzwakking heeft plaats gehad. Deze zoogenaamde *evenredige ondersteuning der netvlieselementen* is de aanleiding geweest tot vele en velerlei onderzoekingen, die wel niet alle tot hetzelfde resul-

taat hebben geleid, maar waarin ten slotte toch zekere eenheid is te ontdekken. Men heeft gevonden, dat het daartoe niet noodig is, dat de netvlieselementen onmiddellijk tegen elkaar gelegen zijn ; eene wederkeerige ondersteuning komt ook voor bij prikkels, die op zekeren afstand van elkaar gelegen zijn (75). Een hieruit voortvloeiend constant product van prikkel en uitgebreidheid (Helligkeit und Fläche) is herhaaldelijk geconstateerd (76). Eene dergelijke betrekking is ontkend door Exner. Nu is het merkwaardig, dat het veldje, waarvoor Charpentier zijne wet opgeeft slechts 40′ bedraagt en slechts zeer weinig verschilt van het terrein, waarvoor Exner de betrekking toegeeft, en dat pl. m. 1000 kegels zou bevatten (77).

Dat eene evenredige ondersteuning der netvlieselementen over geringe uitgestrektheid bestaat, vindt krachtigen steun in de resultaten, die men heeft verkregen uit de herhaalde pogingen om eene *betrekking te vinden tusschen afnemen der verlichting en vermindering der gezichtsscherpte*. Dat door vele onderzoekers (Fick, Uhthoff, Manolescu) de bestaande betrekking niet is gevonden is gereedelijk te verklaren uit de moeielijkheden aan dergelijk onderzoek verbonden, en mag geen reden zijn de uitspraak van Guillery en Uhthoff (78) te gelooven, dat ze niet bestaat of zelfs bestaan kan. Dit is door de latere onderzoekingen weersproken, waarbij door de hulp van photometers beter dan vroeger op de lichtsterkte kon worden gelet (79). Men vond steeds, dat met de lichtsterkte de gezichtsscherpte eerst zeer snel stijgt en na zeker optimum nog slechts zeer weinig schijnt te verbeteren. Door Cohn, Piekema, Uhthoff wordt het optimum ongeveer bij 30 M.K. gelegd. Bij zeer sterke verlichting daalt de gezichtsscherpte weder. De oorzaak

hiervoor zal in de zoogen. „Blendung" moeten worden gezocht. Andere onderzoekingen hebben aangetoond, dat het optimum te laag is gekozen, en dat de stijging boven 30 M.K. wel degelijk in aanmerking komt (Klein, de Brudzewski, König).

Nu is door enkelen gemeend, dat zelfs eene zeer eenvoudige betrekking tusschen gezichtsscherpte en lichtsterkte bestaat. Reeds door Tobias Mayer (1754) werd aangenomen, dat de gezichtsscherpte evenredig is met den $\sqrt{}$ der lichtsterkte. Herhaaldelijk is kunnen worden geconstateerd, dat *gezichtsscherpte toeneemt in dezelfde verhouding als de logarithmus der lichtsterkte.* Dit is gevonden door Posch, Sous, König (1897) en had ook door Piekema kunnen worden afgeleid uit zijne proeven (80). Uit deze resultaten volgt, dat de quadraten der gezichtsscherpten zich verhouden als de lichtsterkten. Dit is hetzelfde alsof men zegt, dat de *grootten van nog even waargenomen voorwerpen omgekeerd evenredig zijn met de lichtsterkten.* De conclusie ligt voor de hand, dat het constante product, door Charpentier gevonden, niet alleen geldig is voor quadraten, maar ook voor dergelijke objecten als gezichtsproeven zijn. Hieruit af te leiden voor welke grootte der voorwerpen de regel geldt is niet doenlijk, daar bij de zwakkere verlichtingsgraden wel de grootere objecten moeten worden gezien, maar daarbij de perceptie niet meer met de centrale kegeltjes geschiedt, doch met de niet centrale staafjes. Verandering hierdoor veroorzaakt is gemakkelijk te herkennen uit de curven van König (1897) en ook uit waarnemingen, door Piekema en mij verricht voor lichtsterkten tusschen 0 en 2 M.K., die niet in de Diss. van Piekema vermeld zijn (81).

Er bestaat eene gansche serie proeven, waaruit van eene evenredige ondersteuning der netvlieselementen

blijkt. Het zijn die proeven, welke verricht zijn met het doel te weten, hoe de expositieduur van een voorwerp in verband staat tot verlichting en grootte.

Nordmann vond uit zijne onderzoekingen, dat verkorting van den verlichtingstijd zich totaal laat compenseeren door versterking der verlichting. Wel is waar kon Nordmann dezelfde betrekking niet vinden tusschen tijd en objectgrootte; dit kan echter aan de inrichting der proeven hebben gelegen. De ware betrekking is uit de proeven van Exner af te leiden. Wanneer volgens Exner de tijd arithmetrisch afneemt moet de verlichting geometrisch toenemen. Wanneer tegelijkertijd de tijd arithmetrisch afneemt en de objectgrootte geometrisch moet toenemen, volgt uit de combinatie dezer twee regels, dat licht en objectgrootte in dezelfde verhouding veranderen; m. a. w. de *prikkelintensiteit wordt totaal gecompenseerd door de uitgebreidheid.* Wanneer we daarbij het resultaat van Petrèn's proeven kennen, die een *constant product* vond *voor vlakte* × *tijd over eene uitgestrektheid van* 35′, zoo krijgen we het merkwaardige resultaat, dat èn door Charpentier-Ricco een constant product van prikkel en uitgebreidheid is gevonden met quadraten èn overal gelijke gezichtsscherpte door Burchardt èn constant product voor gezichtsproeven en lichtsterkte door König, Piekema èn constant product voor vlakte en tijd voor een gezichtsveldje, dat gemiddeld op 35′ mag worden geschat. *Voor dit veldje mag eene vrijwel absolute gelijkwaardigheid der netvlieselementen worden aangenomen.*

Er is nog een bewijs, dat het oog als het ware er op ingericht is steeds dezelfde lichthoeveelheid te ontvangen. Het reguleerapparaat hiervoor wordt gevormd door de iris, die voor sterk licht zich vernauwt

en voor zwak licht zich verwijdt, zoodanig dat de verwijding gelijken tred houdt met de lichtverzwakking (Lans 82). Er dringt dientengevolge 's avonds evenveel licht in het oog als midden op den dag. De wijde pupil geeft echter aanleiding tot uitgebreide verstrooiingscirkels, die beletten dat 's avonds even goed wordt gezien als overdag (83). Dat niettemin bij zwak licht door de wijde pupil beter kan worden gezien dan door eene kunstmatige nauwe moet hieruit worden verklaard, dat de bij deze zwakke verlichting herkende voorwerpen zoo groot zijn, dat de schadelijke werking der verstrooiingscirkels daardoor minder in aanmerking komt.

Onze algemeene conclusie hierna moet zijn, dat voor een veldje van ongeveer 35′ de netvlieselementen als gelijkwaardig zijn te beschouwen.

Wijze van perceptie voor gezichtsproeven (monoculair).

Hieromtrent had men vroeger slechts eene vage voorstelling. De eene groep van onderzoekers was de meening toegedaan, dat men voor de waarneming van vele zaken met de directe netvliesperceptie volstaan kan (Helmholtz, Butz), en zich met onbewogen netvlies betrekkelijk goed orienteeren kan (Aubert, Küster 86). Eene andere groep was van meening, dat men niet meer dan een enkel punt aankijken kan (Guillery 85), zonder daarom te gelooven, dat men van de naaste omgeving zich geene voorstelling maken kan, maar toch van opinie, dat oogbewegingen noodig zijn ter herkenning der vormen (Aubert, Seyfert 86). Volgens Wundt (87) zijn netvlies- en bewegingsfunctie zoo aan elkaar gebonden, dat het niet mogelijk zal zijn ze ooit van elkander te scheiden.

Men ziet hieruit, dat eene scherp omschreven voor-

stelling, waarbij netvlies- en bewegingsfunctie uit elkaar kunnen worden gehouden tot nu toe niet bestaat. Uit de onderzoekingen van Schucking Kool kan men afleiden, dat de waarneming van grootere voorwerpen nooit zonder beweging zal kunnen geschieden, maar dat de waarneming van kleinere voorwerpen beter bij rustend netvlies is te verrichten (88). Wanneer we nu dit alles overbrengen op het waarnemen van gezichtsproeven en letters blijken ook voor dezen de meeningen vrij sterk uit elkaar te loopen.

Meenen Aubert en Reche (89), dat men eene enkele letter niet behoorlijk op eenmaal kan onderscheiden en moet men ook hetzelfde van Guillery denken uit zijnen algemeenen strijd tegen de bepaling van den vormenzin; Goldscheider-Müller en Vierordt (90) overzien gemakkelijk 4—6 letters, overeenkomende met een netvliesbeeld van $\frac{1}{6}$ m.M. Volgens Fick (91) is het veldje, dat op deze wijze overzien wordt. weder tot 0,3 m. M. groot. Volgens Lamare, Landolt, Erdmann en Dodge (92) gebruikt men bij het lezen de geheele macula. Doch is hiertegen aangevoerd (Armaignac), dat het lezen niet direct vergelijkbaar is met het percipieeren van enkele letters; het is duidelijk dat de grootte van het terrein, dat op eenmaal wordt overzien, geheel afhangt van de inspanning, waarmede wordt waargenomen.

Invloed van oogbewegingen bij het waarnemen van gezichtsproeven.

Gaat men na, wat bij waarneming van gezichtsproeven van den directen invloed van oogbewegingen

bekend is, zoo heeft men lichaams-, hoofd- en oogbewegingen uit elkaar te houden.

Lichaamsbewegingen.

Ze zijn natuurlijk bij de waarneming van kleine voorwerpen als gezichtsproeven normaliter geheel onnoodig. Ze schijnen alleen uitgelokt te worden door sterke blikexcursies (Ritzmann, Hering).

Hoofdbewegingen.

Hiermede is het reeds wat anders. Het oog beweegt zich ongaarne ver uit den primairstand en roept spoedig de hoofdspieren te hulp (94). Of het hoofd veel of weinig medebeweegt hangt samen met de richting der beweging (Ritzmann 95). Het meest beweegt zich het hoofd bij eene naar boven gerichte blikbeweging, het minst voor de benedenswaartsche richting. Als regel volgen hoofd- en oogbewegingen dezelfde richting (Guillery, Hering, Ritzmann 96). Nu en dan echter zijn hoofd- en oogbewegingen elkaar tegengesteld (Ritzmann, Sachs). Hoofdzaak is, dat de richting van hoofd- en oogbewegingen nooit veel van elkaar afwijken (Ahrens). Intusschen zullen hoofdbewegingen voor kleine objecten slechts bij uitzondering voorkomen (Hering 97).

Oogbewegingen.

Hoe het gesteld is met de noodzakelijkheid van oogbewegingen bij het bekijken van gezichtsproeven is niet precies bekend (98). Al spreekt het van zelf, dat ze moeten voorkomen bij voorwerpen, die zekere grootte hebben overschreden, daaruit volgt niet, dat

het ook voor kleine het geval zal zijn. Er zijn aan de eene zijde aanwijzingen die ook de kleinste oogbewegingen waarschijnlijk maken, terwijl andere zaken er op wijzen, dat kleine oogbewegingen zeer onwaarschijnlijk zijn of zeker niet voorkomen.

Voor het directe tot stand komen pleit de gemakkelijkheid, waarmede ze worden uitgevoerd in verband met hare zeer groote snelheid — al evenaart ze niet de vingervlugheid van eenen pianospeler (99) — en het feit, dat de opmerkzaamheid en het fixatiepunt nooit lang op een bepaald punt kunnen blijven rusten. Er tegen pleit, dat het spiergevoel juist voor de oogen niet zeer sterk schijnt te zijn (100) en uitslagen, kleiner dan 5′ zoo niet geheel onmogelijk, dan toch uiterst vermoeiend zijn (101).

Positieve bewijzen, dat het oog niet steeds bewegende percipieert, vindt men — we spreken niet van het constante product van Charpentier enz. — in de oude proef van Volkmann, die bij het percipieeren eener dubbellijn bij de uiterste grens van waarneembaarheid van oogbewegingen geenerlei invloed ontdekken kon; en in de waarnemingen van Landolt, Lamare en Erdmann-Dodge voor het lezen, waarbij telkens het oog eene oppervlakte van 7 à 8° overziet en op het volgende terrein van dezelfde grootte overspringt (102). Verder herkent men de noodzakelijkheid eener rustige perceptie bij het waarnemen van roteerende sectorenschijven (103).

Rechtstreeksche waarnemingen betreffende het bekijken van gezichtsproeven zijn hieronder niet. We hebben slechts de meening van Steiger te vermelden, dat de oogbewegingen bij het ontcijferen van gezichtsproeven behulpzaam zijn kunnen, voor zoover ze waargenomen worden op afstand, maar niet bij waarneming voor nabijheid.

Wil men hieruit de beantwoording der vraag vinden of groote optotypen of ook maar kleine met of zonder oogbewegingen worden en moeten worden gepercipieerd, zoo is dit niet mogelijk.

Ten slotte staat het vast dat kleine optotypen en bloc- worden gepercipieerd en dat de groote oogbewegingen noodig hebben. Waar de grens ligt is tot nu toe onbekend. Speciale proeven zullen het hebben uit te maken.

AFDEELING II.

Doel van nieuwe onderzoekingen. Verschillende factoren, waarop bij de bewerking dier onderzoekingen te letten is.

We wenschen te onderzoeken, in hoever de wijze van perceptie der grootere objecten, die bij de bepaling der gezichtsscherpte worden gebruikt, dezelfde is als die der kleinere. Verder willen we weten, voor welke objecten de formule $V = \frac{d}{D}$ juist is en voor welke niet meer.

Bij de oplossing hiervan moeten de invloeden van netvliesbeeld en oogbewegingen worden gescheiden. Daar de invloed van het netvliesbeeld van dien der oogbewegingen bij het gewone zien niet te scheiden is (Wundt), hebben we er ons toe bepaald het netvliesbeeld te onderzoeken met uitsluiting van alle oogbewegingen.

Hierbij valt op eenige zaken te letten:

1°. welke objecten bruikbaar zijn en hoe ze gebruikt moeten worden;

2°. hoe men zich onhafhankelijk maken kan van de oogbewegingen;

3°. of resultaten voor een enkel oog verkregen algemeene geldigheid kunnen bezitten.

HOOFDSTUK I.

Gebruikte gezichtsproeven.

We hebben de *gewone driebeenige haken* gekozen om niet eene letter te moeten nemen, die aan eene of andere bijzonderheid te herkennen is, zonder dat daaruit volgt dat de letter werkelijk in haar geheel is herkend; om een object te hebben, dat met de grondletter E (Snellen) de grootst mogelijke overeenkomst vertoont; om het object in alle mogelijke richtingen te kunnen presenteeren. Het laatste hebben we gewild, omdat de fovea niet rond doch een afgeplat ovaal is, en de grenzen, welke het gelijkwaardig gebied aangeven ongeveer denzelfden vormschijnen te bezitten als het periphere gezichtsveld. Bij het waarnemen eener willekeurige letter kan men niet onderscheiden, of alle onderdeelen met gelijke duidelijkheid worden gezien. Dit gebrek wordt voor de haken opgeheven door de open zijde naar alle mogelijke richtingen te draaien. Bij de grootere objecten zal een verschil in duidelijkheid voor den dag komen. Het zal b.v. moeten gebeuren, dat naar boven vertoond de open zijde niet meer wordt herkend, terwijl dit nog wel het geval zal zijn bij wending naar buiten (104).

Kleur, contrast.

We wenschen de gezichtsproeven te onderzoeken, zooals ze algemeen voorkomen: *zwarte, objecten op witten achtergrond.* We prefereeren de zwarte boven de witte objecten, omdat de witte te spoedig slijten (Butz) en omdat de verstrooiingscirkels bij witte

objecten wat meer hinderen dan bij zwarte (Groenouw). Het voorstel van Javal, onlangs geuit, om als gezichtsproeven transparente objecten te nemen is niet aan te bevelen, omdat men nog meer onder den invloed der verstrooiingscirkels zou geraken.

Over den graad van zwartheid behoeven we niet meer te spreken. Het is blijkbaar het best het zwart van gewone drukinkt te kiezen. Jannik Bjerrum, Bruno Kolbe, v. Hippel, enz., hebben bleeke letters met zwarte vergeleken, en zonder uitzondering meerdere constantheid van onderscheidbaarheid gevonden voor de zwarte dan voor de bleeke figuren. Eene onderste grens aan te nemen, zooals Kolbe verlangt, schijnt overbodig. Het contrast grooter te nemen zou den invloed der verstrooiingscirkels weder op den voorgrond brengen.

De *achtergrond* voor onze objecten *behoort wit te* zijn. Nu bestaat tusschen het eene en het andere wit een kolossaal verschil. Ten einde hieraan te gemoet te komen is door Hagen (105) eene magnesiumoxyde-vlakte als normaalwit ingevoerd, welke methode door König en Kolbe is nagevolgd. Aan dit gemakkelijk te fabriceeren vlak kan men alle andere wit papier toetsen. Nu is evenwel door König er op attent gemaakt, dat ook de lichtbron wit moet zijn. Eene zoodanige kan of wil men zich niet altijd verschaffen, en met kunstlicht zal men het doel (zuivere witheid) niet kunnen bereiken. Het is daarom de vraag, of de lichtbron, die min of meer den achtergrond van wit doet afwijken in het contrast en daarmede in de zichtbaarheid der zwarte figuren geen verschil brengt.

Vroeger werd door Javal voorgesteld den achtergrond voor drukwerk geel in plaats van wit te kiezen, welk voorstel door het hygienisch congres te Turijn werd aangenomen. Het vermoeden van Helmholtz (106),

echter dat de intensiteit en niet de golflengte van het licht de zichtbaarheid bepaalt, door Uhthoff (107) verworpen, is door de onderzoekingen van Macé de Lépinay -Nicati, Kramer, König (1897) bevestigd.

Sedert heeft het geen zin meer aan een gering kleurverschil voor den achtergrond der gezichtsproeven eenige beteekenis te hechten. Slechts in één opzicht dient men er rekening mede te houden. Wanneer de onderzoekingen bij zwakke verlichting worden verricht, waarbij de functie der kegeltjes plaats maakt voor die der staafjes is de kleur niet meer onverschillig. Op dit gebied nader in te gaan zoude ons te ver voeren, en heeft bij het onderzoek van het staafjesvrije oogcentrum geene verdere beteekenis.

Nog is er iets, dat speciaal bij het gebruik van kunstlicht voor den dag komt. Bij onderzoekingen *in diffuus daglicht zal gewoonlijk de geheele netvliesperipherie verlicht zijn.* Bij gebruikmaking van *kunstlicht zal dit zelden het geval wezen.* Geheel onverschillig zal dit voor het oog nooit kunnen zijn, zooals door Hering (108 is opgemerkt.

Er zijn verschillende onderzoekingen verricht met het doel te weten, hoe de centrale gezichtsscherpte zich verhoudt, wanneer de netvliesperipherie al of niet verlicht wordt. Hoe deze invloed werkt is nog niet uitgemaakt. Is b. v. door Schmidt-Rimpler, Sewall, Urbantschitsch, en onlangs door Hummelsheim gevonden, dat zwakke verlichting der peripherie de gevoeligheid van het centrum verhoogt, hetgeen niet alleen van pupilvernauwing afhankelijk zoude zijn, een dergelijke invloed is door Guillery (109) niet duidelijk gevonden; terwijl volgens Uhthoff—Depène de periphere verlichting steeds nadeelig is voor het centrum, en eene verbetering alleen tot stand kan komen, wanneer de pupil zich vernauwen kan. Hoe het zij, men is het

er over eens, dat sterke periphere verlichting de centrale gevoeligheid sterk vermindert. Op de uitbreiding en graad der periphere verlichting zal moeten worden gelet, wanneer men voor het centrale zien onderling vergelijkbare waarnemingen wenscht te verkrijgen (110).

HOOFDSTUK II.

Noodzakelijkheid van een kunstmatig fixatiepunt.

Wanneer men bij het gebruik der gezichtsproeven rekening houdt met den afgeplatten vorm der fovea dient ook gezorgd, dat de beelden steeds hetzelfde gedeelte der fovea bedekken. Men bereikt dit door in het centrum der objecten een klein fixatiepunt aan te brengen. Nog noodzakelijker is deze maatregel, wanneer voorwerpen van verschillende grootte waar te nemen zijn. Deze steeds op hetzelfde foveagedeelte te brengen is alleen doenlijk, wanneer het centrum der letter duidelijk is aangegeven. Bovendien maakt de kortheid van den expositietijd het instellen van het oog zonder zichtbaar fixatiepunt onmogelijk.

Nu heeft een fixatiepunt *nadeelen*. Bij waarnemingen met sterke verlichting zal een zwak fixatiepunt nooit hinderen, maar met zwakke verlichting maakt het een gedeelte van het object onzichtbaar. Men kan daardoor zelfs genoodzaakt zijn het fixatiepunt terzijde te plaatsen (Nordmann), en mist dan het doel der centrale fixatie. Voor grootere objecten zal dit nadeel niet bestaan.

Verder is het niet zeker, of men met een fixatiepunt werkelijk fixeert. Dat strenge fixatie moeielijk is (Guillery, Seyfert) moge waar zijn, onmogelijk,

zooals Reddingius en Reche schijnen te meenen is het niet (111). Was het onmogelijk, zoo zoude men nooit rechte lijnen kunnen zien gekronkeld (netvliesmozaiek), gelijk herhaaldelijk is beschreven.

Zoolang geene vertrouwbare objectieve methode bestaat om de oogbewegingen te kunnen controleeren, zal men zich met een fixatiepunt moeten behelpen. Men kan de nadeelen ervan zooveel mogelijk beperken: door het precies in het lettercentrum aan te brengen; door het zoo zwak mogelijk te nemen; door het liefst rood te kiezen, teneinde verwarring met staafjeszien te vermijden.

HOOFDSTUK III.

Vermijden van oogbewegingen.

Het gebruik van een fixatiepunt is niet voldoende om te zorgen, dat de letter steeds op hetzelfde netvliesgedeelte wordt afgedrukt. Men moet zekerheid hebben, dat niet geheel of gedeeltelijk onbewust bij het beschouwen van een object oogbewegingen worden uitgevoerd. Dat deze gemakkelijk onbewust kunnen geschieden is lang bekend (Aubert). Dat de snelheid der oogbewegingen groot genoeg is om in een onderdeel eener seconde een groot veld te overzien is bewezen (Volkmann, Lamansky, Guillery 112). Het registreeren der oogbewegingen volgens de methode van Orschansky is evenmin afdoende en geeft bovendien complicaties. We hebben ons daarom gehouden aan de oude *methode van den korten expositietijd.*

De methode bestaat daarin, dat men het te beschouwen voorwerp zoo lang verlicht als noodig is

om het gemakkelijk te kunnen onderscheiden, en niet zoo lang, dat oogbewegingen kunnen worden uitgevoerd. Hiermede zijn tevens de grenzen van de verlichtingsduur aangegeven.

Het is bekend, dat de *tijd noodig voor de waarneming van voorwerpen afhankelijk is van den graad der verlichting, van de grootte en den aard van het voorwerp, van den toestand van het oog.*

Dat de verlichtingsintensiteit invloed heeft is bekend (Exner 113). Men wist vroeger alleen, dat bij zwak licht ter herkenning een langere expositieduur noodig is dan bij sterk licht (Richet-Bréguet, Petrèn), al scheen het niet gemakkelijk dit aan te toonen (Baxt 114). Later werd gevonden, dat zekere verhouding bestaat tusschen vermindering van lichtintensiteit en noodzakelijke expositieduur. Charpentier (115) b.v. geloofde den tijd, noodig voor het percipieeren van elementaire indrukken, omgekeerd evenredig met den $\sqrt{}$ der prikkelintensiteiten. Exner meende, dat wanneer de verlichtingsintensiteiten geometrisch toenemen de daarbij behoorende tijden arithmetrisch stijgen. Dergelijke onderzoekingen zijn ook verricht door Kunkel, Henry, Nordmann, uit welke onderzoekingen blijkt, dat de intensiteiten omgekeerd evenredig moeten worden geacht met de tijden. Deze eenvoudige verhouding maakt het den onderzoekers zeer gemakkelijk; men heeft toch slechts een enkelen term der reeks te kennen, om de andere te kunnen berekenen. Men heeft er slechts bij te bedenken, dat een dergelijke regel slechts geldt voor eene verlichting, waarbij de kegels nog behoorlijk prikkelbaar zijn en waarbij geen „Blendung" tot stand komt.

Behalve van de verlichting is de expositieduur ook afhankelijk van de grootte van het te beschouwen

voorwerp. In het algemeen heeft een zeer klein voorwerp langeren tijd noodig dan een groot (Baxt). Het geheele verschijnsel heeft evenwel slechts waarde voor kleine voorwerpen, omdat bij overschrijding van zekere grootte de duur weder verlengd moet worden. Petrèn, die den gezichtshoek varieerde van 15′ 49″ tot 2° 40′ 31″ vond den kortsten tijd noodig bij eenen hoek van 35′ (23′—53′). Dit geeft Charpentier (116) aanleiding er aan te herinneren, dat deze hoek groote overeenkomst vertoont met de grootte van het veldje, dat het geringste lichtquantum verlangt (40′). Men is geneigd hieruit af te leiden, dat de wisseling der tijden vooral van invloed zal zijn op voorwerpen tusschen 0 en 50′. Hier vervangen tijd en objectgrootte elkaar geheel. De juiste betrekking ligt opgesloten in de onderzoekingen van Nordmann, al scheen hijzelf ze niet te kunnen vinden. Eene vergelijking der resultaten van Exner en Nordmann leert, dat waar Exner dezelfde verhouding aanneemt tusschen gootte en tijd als tusschen licht en tijd, Nordmann ook dezelfde betrekking had moeten vinden d.w.z. een complete vervanging van grootte en tijd, maar dat alleen voor zeer kleine voorwerpen.

De tijden worden bovendien geinfluenceerd door den aard van het voorwerp, door het contrast, door de samengesteldheid. De tijden zijn weder ongeveer omgekeerd evenredig met het toenemen van het contrast tusschen het zwart en wit der letters (Baxt). Dat een samengesteld object langeren observatietijd noodig heeft dan een eenvoudig voorwerp ligt voor de hand (Baxt).

Ten slotte is de tijd afhankelijk van den adaptatietoestand van het oog. Met de prikkelbaarheid der retina zal het „Reizquantum" afnemen, tot volle adaptatie is bereikt (Nordmann 117).

De ondervinding heeft moeten leeren, hoe groot het Reizquantum is, en hoelang de gezichtsproef verlicht moet worden om behoorlijk te worden herkend. Men heeft scherp kunnen onderscheiden bij kolossaal kortdurende verlichting (Volkmann, Richet-Bréguet, (Baxt 118), waardoor de duur tot veel minder dan $^1/_{1000}$ sec. kon bedragen. Maar het gold vooral voorwerpen met groot contrast en sterke verlichting. Toch geeft Baxt aan bij 0,005 sec. en zwakke verlichting reeds 7 letters tegelijkertijd te hebben kunnen overzien, terwijl bij sterkere verlichting 0,0005 sec. reeds voldoende was. Daartegenover staat, dat hij voor gecompliceerde figuren 0.168 sec. noodig had, welke duur eenigszins overeenkomt met de getallen door Petrèn en Exner opgegeven.

Het zal gewenscht zijn den *duur niet zoo kort mogelijk te kiezen*, omdat, bij niet complete adaptatie, het „Reizquantum" verlengd wordt en omdat het waarnemen gedurende langeren tijd met maximale inspanning niet mogelijk is. Zou onder normale omstandigheden $^1/_{1000}$ sec. misschien voldoende zijn voor zwarte voorwerpen op witten achtergrond, dit zal niet meer het geval zijn onder de omstandigheden, die zich bij de te verrichten proeven zullen voordoen. We hebben er daarom de *voorkeur aan gegeven den expositieduur zoo lang mogelijk te kiezen*, zonder dat het gevaar bestaat, dat oogbewegingen de perceptie in toto kunnen verstoren.

Nu is door sommigen de meening geuit (Kunkel, Exner, 119), dat door *te lange verlichting de perceptie vermindert*. Door Petrèn wordt de tijd met sterkste perceptie als 0.2859 – 0.291 sec. opgegeven.

Reflextijd der oogbewegingen.

Over den duur dezer periode is weinig of niets be-

kend. Men kan het voorloopig hiermede niet verder brengen, dan zooals Volkmann heeft gedaan (120) den tijd te bepalen noodig van het begin van den prikkel tot het begin van de bewuste oogbeweging. Een onbewuste oogbeweging zal waarschijnlijk vroeger beginnen dan de bewuste (121), hoeveel is niet precies te zeggen. De willekeurige tijd bedraagt voor mij als voor Volkmann ongeveer $^1/_2$ sec.

We hebben de *verlichtingsperiode op* $^1/_4$ *sec. gesteld* bij de voorloopige proeven. Voor beweging bestaat m. i. gedurende deze periode geen gevaar. Tekort zal de tijd voor voorwerpen met gemiddeld contrast evenmin zijn. Hoe objecten met zwak contrast zich hierbij zullen gedragen, zal moeten blijken (122).

HOOFDSTUK IV.

Kan aan de resultaten van een enkel waarnemer algemeene beteekenis worden toegekend?

Vergelijking met de resultaten van anderen is mogelijk, wanneer bekend is onder welke omstandigheden de proeven zijn uitgevoerd.

Ter beoordeeling van den toestand, waaronder het waarnemende oog werkt, heeft men er op te letten, of de proeven monoculair of binoculair zijn uitgevoerd; hoe de refractie, de accommodatie en de pupil zich hebben verhouden; hoe het gesteld was met de „Tagesermüdung", den adaptatietoestand en psychische eigenaardigheden. Eindelijk zal men hebben te controleeren door wien (wie) de proeven verricht zijn.

Toestand van het oog.

De proeven zijn *monoculair* uitgevoerd. Hierbij moet

gelet worden op den toestand, waarin zich het 2e oog bevindt want de pupilwijdte b.v. staat onder invloed van beide oogen. Toch schijnt het, alsof de retina van het eene oog onafhankelijk is van den actieven of passieven toestand van het andere (123). Wanneer Urbantschitsch de gezichtsscherpte van het eene oog grooter ziet worden door verlichting van het andere oog, is dit waarschijnlijk te verklaren uit de pupilvernauwing. Men hoedt zich daarvoor door het gebruik eener kunstmatige, nauwe pupil en door het in stand houden van eenzelfden toestand van het 2e oog.

Refractie van het oog.

Men moet de refractie vaststellen ten einde den invloed der corrigeerende glazen op den netvlieshoek te kunnen beoordeelen.

Men moet de acuité vraie bepalen met verslapte accommodatie om de vroeger genoemde reden. Voor emmetropen wordt hierdoor nog het voordeel verkregen, dat men onafhankelijk wordt van instellingsfouten door gebrekkige accommodatie, dat men groote objecten kan gebruiken met onbeduidende constructiefouten. Wie aan beperkte ruimte gebonden is zal wel doen terwille van de eenvormigheid de relatieve gezichtsscherpte om te zetten in de absolute.

In navolging van Snellen gelooft men de absolute gezichtsscherpte op eenen afstand van niet grooter dan 5—6 M. te kunnen bepalen. Men is daartoe wel gedwongen door de grenzen, die objectgrootte en kunstlicht stellen. Wie op grooten afstand experimenteert heeft rekening te houden met den

Invloed der luchtlaag op de gezichtsscherpte.

Of een dergelijke invloed aangenomen mag worden

voor eene laag bv. beneden 300 M. wordt door Bordier onwaarschijnlijk geacht. De speciaal met het oog op de dikte der luchtlaag door Gayat verrichte proeven zijn niet zeer gelukkig uitgevallen. Wel is bekend, dat stof en waterdamp bij den afstand van een paar honderd M. reeds zeer hinderlijk kunnen zijn voor de gezichtsscherpte. Onder normale omstandigheden schijnt dit voor eenen waarnemingsafstand van 5—20 M. niet te gelden.

Invloed der pupilwijdte.

Bij de sphaerische aberratie is reeds de invloed besproken, dien de pupilwijdte heeft op de afmetingen der verstrooiingscirkels en de lichtsterkte op de pupilwijdte. Aangezien de pupilwijdte niet onverschillig is voor de gezichtsscherpte, is het gewenscht met eene pupil van constante grootte te arbeiden. Mydriatica en myotica zijn hiertoe af te keuren, daar ze pathologische toestanden scheppen. De kunstmatige pupil blijft ons over. We hebben deze zoo nauw gekozen, dat de natuurlijke pupil gedurende de experimenten niet nauwer kon worden. 1,75 m.M. is die diafr.-wijdte, die bij zeer goed daglicht de beste gezichtsscherpte gaf (124).

Avondvermoeidheid.

Op de „Tagesemüdung" hebben Förster, Kunkel en Nordmann hunne aandacht gevestigd en alleen gevonden, dat vooral in de morgenuren „Urtheils- und Wahrnehmungssicherkeit" meer schommelen dan verder op den dag. Speciale onderzoekingen hierom-

trent zijn door Fick en Gürber verricht. Het eenige wat zij konden constateeren was eene verminderde lichtgevoeligheid gedurende de eerste $^3/_4$ uur van den dag. Dat des avonds de gezichtsscherpte minder goed zoude zijn dan des morgens konden zij niet met zekerheid constateeren.

Daar het nu evenwel waarschijnlijk is, dat het gedurende den geheelen dag functioneerende oog op het einde van den arbeidsdag minder actief zal zijn dan gedurende de eerste uren zal het gewenscht zijn bij te verrichte proeven te vermelden gedurende welke uren ze zijn uitgevoerd.

Adaptatietoestand.

Aan Aubert was bekend, dat de lichtzin van het oog bij zoogen. „Helladaption" verschilt van dien bij „Dunkeladaption". Is bij adaptatie voor gemiddeld licht de lichtzin in het oogcentrum het sterkst ontwikkeld, terwijl een snel afnemen naar de peripherie toe kan worden geconstateerd, bij adaptatie voor zeer zwak licht vindt men peripheer eene lichtgevoeligheid, die niet bovengenoemde daling vertoont, terwijl het centrum onder die omstandigheden eene opvallende stompheid vertoont. Schultze vermoedde, dat de staafjes hierbij eene belangrijke rol te vervullen hebben.

Een gewichtige stap vooruit werd gedaan, toen men bekend werd met het feit, dat de specifieke symptomen der „Dunkeladaption" in het oogcentrum geheel ontbreken, en dat wel juist in het gedeelte, waar noch staafjes noch staafjesrood voorkomen.

Geen wonder, dat door Parinaud, von Kries, enz. hiervoor de hypothese werd opgesteld, dat de staafjes de oorzaak zijn der verschijnselen van het voor duis-

ternis geadapteerde oog. Wel zijn er nog verschillende onderzoekers, die deze hypothese niet aannemen op grond daarvan, dat de verschijnselen der „Dunkeladaption" in het centrum wel zwak zijn maar niet geheel ontbreken; dat bijgevolg de staafjes niet het optreden van verschijnselen kunnen verklaren op eene plaats waar ze niet voorkomen (Tschermak, Treitel, Koster, enz.). Toch mag men enkele goed geconstateerde feiten niet verwaarloozen. Deze feiten zijn, dat in een klein gebied — door v. Kries opgegeven als 117′ horizontaal en 81′ verticaal, door Guillery ongeveer even groot, enz — 1° voor zeer zwak licht een totaal defect bestaat, waarbij noch van lichtzin noch van vormenzin iets te bemerken is; 2° het verschijnsel van Purkinje totaal ontbreekt; 3° het spectrum nooit anders dan gekleurd zich kan voordoen, zelfs bij de allerzwakst waarneembare verlichting (König), terwijl hetzelfde spectrum peripheer kleurloos verschijnt; 4° de helderheidsvergelijkingen en de nabeelden zich anders verhouden dan peripheer. Verder zijn er de verschijnselen, die te voorschijn geroepen worden door het verschil in absorptievermogen van het staafjesrood voor de verschillende deelen van het spectrum; verschijnselen waargenomen aan geheelkleurenblinden en nachtdieren, welke alle wijzen op een specifiek verschil tusschen de functie van kegeltjes en staafjes. En wanneer von Kries zelf het voor zijne hypothese een bezwaar acht, dat in de peripherie der fovea centralis, waar nog de staafjes ontbreken, de defectverschijnselen niet duidelijk zijn; en meent te moeten gelooven, dat op die plaats wel staafjesrood voorkomt, dat de functie der staafjes zou kunnen overnemen door een eigenaardige prikkeling der pheriphere kegeltjes te bewerken — daar gelooven we, dat dit verschijnsel volstrekt niet is in

tegenspraak met de theorie der staafjesfunctie, daar uit de metingen van Heine en Fritsch is gebleken, dat in de foveaperipherie wel degelijk staafjes voorkomen, zij het ook in verminderd aantal. Bovendien schijnen deze staafjes zich anders te verhouden tegenover licht dan de extrafoveaal gelegene. Dit wordt waarschijnlijk uit het feit, dat de grootte van het centrale defect verandert door lichtverzwakking en door meer volkomen worden der adaptatie voor duisternis (Breuer, von Kries). Hetzelfde verklaart de waarnemingen van Fick, Bloom-Garten, enz., waaruit ook volgt dat de gevoeligheid der periphere staafjes grooter is dan die der meer naar het midden gelegene.

Hieruit moet men besluiten, dat de *staafjes de oorzaak zijn van de verschijnselen der „Dunkeladaption"*, terwijl men aan den anderen kant bij „Helladaption" en goede verlichting eene merkbare functie der staafjes uitsluit.

Wie onderzoekingen doet bij zwakke verlichting heeft dus met de staafjesfuntie rekening te houden, en zal het oog voor de volkomen ontwikkeling der adaptatie voldoenden tijd moeten laten. Gewoonlijk rekent men daartoe 20 minuten voldoende, (Aubert kon na een uur nog verbetering der lichtgevoeligheid waarnemen).

Men is het er echter niet over eens, of het *centrum verschijnselen vertoont, die met adaptatie kunnen worden gelijkgesteld.* Nam men gewoonlijk aan, dat de adaptatie in het oogcentrum in het geheel niet voorkomt of zeer onbeduidend is, in den laatsten tijd zijn onderzoekingen verricht, die er op wijzen, dat het centrum wel degelijk een eigen adaptatie vertoont. Door de proeven van Bloom en Garten is bewezen, dat de grootste gevoeligheid, die het oogcentrum na lang

verblijf in duisternis verkrijgt, niet slechts afhankelijk is van het uitvallen der periphere prikkels of pupilverwijding, maar op eene eigenschap der kegeltjes zelf berust. Bij onze eigen proeven is ook gebleken, dat na een lang verblijf in eene zwak verlichte omgeving kleinere voorwerpen centraal konden worden herkend dan direct na Helladaption. Tevens bleek, dat deze adaptatie d.w.z. dit uitrusten zeer langzaam geschiedt. Hetzelfde is vroeger geconstateerd door Nordmann, Hering, Fick, enz.

Psychische invloeden.

Het is bekend, dat door gemoedsaandoeningen, depressieve toestanden van lichaam en geest en andere onbekende invloeden groote schommelingen der gevoeligheid kunnen voorkomen. Bij physiologische proeven is daarop bijzonder te letten.

Eigenaardigheden van den onderzoeker.

Individueele verschillen kunnen eene niet onbelangrijke rol vervullen. Hierbij is vooral te denken aan den graad van ontwikkeling en oplettendheid, aan den leeftijd en zelfs aan het geslacht.

Invloed van ontwikkeling.

Zullen onderzoekingen eenige waarde bezitten, zoo is het absoluut noodzakelijk, dat ze met volle attentie bewerkt worden. Wie daartoe niet den wil heeft zal onvoldoende resultaten verkrijgen (125 Scheffler). Ook is te bedenken, dat het bij waarnemen van voorwerpen volstrekt niet voldoende is, wanneer genoemde voorwerpen gefixeerd worden zonder dat tegelijkertijd de

aandacht gevestigd is op het gefixeerde punt. Men kan uitstekend het eene punt fixeeren en het andere bekijken. (Scheffler). Uit de proeven van Griffing bleek, dat het aantal der gelezen voorwerpen bij voldoenden expositietijd van den graad van oplettendheid afhankelijk was. Reddingius gaat daarbij zeer ver en gelooft, dat bij het bekijken van voorwerpen alles reflectorisch geschiedt behalve het vestigen van de aandacht. Als objectief bewijs voor den invloed der oplettendheid kunnen de proeven van Heinrich gelden, waaruit bleek dat de accommodatie geheel verslapt, wanneer de aandacht ingespannen wordt door andere dan optische indrukken. Geheel in overeenstemming met deze beschouwing zijn de proeven van Griffing, die het vermogen om een aantal simultane gezichtsindrukken te begrijpen, het sterkst vertegenwoordigd vond bij goed ontwikkelde personen.

Invloed van den leeftijd.

Behalve dat zeer jonge en zeer oude personen niet geschikt zijn voor het waarnemen van optotypen-, omdat ze nog niet of niet meer voldoende hunne aandacht kunnen concentreeren, bezit de leeftijd als zoodanig eigenschappen, die tot verschillen in gezichtsscherpte aanleiding kunnen geven.

Oudere personen hebben zonder uitzondering eene geringere gezichtsscherpte dan personen van middelbaren leeftijd. De verschillende waarnemingen daaromtrent zijn zeer uiteenloopend. De reden hiervan is, dat het moeilijk te zeggen is of beginnende cataracten enz., op hoogeren leeftijd physiologisch mogen worden genoemd. Wie dergelijke gevallen uitsloot (Cohn, Boerma-von Walther) vond op hoogen leeftijd eene grootere gezichtsscherpte dan wie de personen

niet zoo streng uitzocht (Donders, de Haan, Mauthner, Ahlbory).

Bordier, die de waarnemingen op meer uitgebreide schaal heeft verricht, vindt wel hoogere gezichtsscherpte dan Donders, maar toch ook, dat de relatieve gezichtsvermindering ongeveer zoo groot is als door Donders wordt opgegeven (126). Monoyer gelooft de gezichtsscherpte volgens vaste betrekking te kunnen afleiden. Voor eenen bepaalden leeftijd geeft hij als gezichtsscherpte op: $\sqrt{}$ (1.19—0.001 x^2), waarbij x den leeftijd voorstelt. In hoever deze regel recht van bestaan heeft, is af te leiden uit de curven van Bordier. Zeer plausibel ziet ze er niet uit.

Invloed van het geslacht.

Uit de lijnen van Bordier is te herkennen, hoe op ongeveer 15-jarigen leeftijd de gezichtsscherpte voor eenen jongen gemiddeld 1.70 bedraagt en voor een meisje 1.40. Gedurende het geheele leven blijft de gezichtsscherpte eener vrouw beneden die van den man, tot aan het einde ongeveer dezelfde waarde is bereikt.

Waarnemingen afkomstig van een enkel oog.

Voor proeven, door een enkel oog verricht, zal controle steeds gewenscht blijven. De gevonden waarden zijn te controleeren met behulp van waarnemingen, te vinden in Snellen's Bowman Lecture, de verhandelingen van König, Lans, enz.

AFDEELING III.

HOOFDSTUK I.

Inrichting der proeven.

Bij het onderzoek der perceptiewijze voor gezichtsproeven en der al of niet gelijkwaardigheid der centrale retina-elementen zijn verschillende zaken noodig:

1°. eene geschikte arbeidsruimte, waar verschillende graden van verlichting te verkrijgen zijn;
2°. passende proefobjecten;
3°. een tachistoscoop;
4°. eene fixatie-inrichting;
5°. een onderzoekend oog zonder gebreken.

De arbeidsruimte.

De collegekamer van het physiologisch Laboratorium alhier, 9 M. in het vierkant en voorzien van eene inrichting tot afsluiting van het daglicht, beantwoordde aan de gestelde eischen.

De verlichting.

Ten einde het oog onder omstandigheden te doen arbeiden zoo normaal mogelijk hebben we een ge-

deelte der *proeven bij daglicht* verricht. Daar evenwel het daglicht ten allen tijde aan sterke schommelingen onderhevig is, en het voor een gedeelte der proeven absoluut noodzakelijk is den graad der verlichting te kennen, hebben we het eigenlijke onderzoek alleen bij kunstlicht uitgevoerd, en de proeven bij daglicht alleen gedaan om mogelijke verschillen tusschen dag- en kunstlicht te doen uitkomen.

Het daglicht was nooit sterk en kwam zelden boven 100 M.K. Zwakker daglicht werd verkregen door gedeeltelijke of geheele afsluiting der aanwezige luiken. Absolute duisternis ontstond op die wijze alleen des avonds.

Het *kunstlicht* in verschillende sterkten werd aldus verkregen: Daar het van het grootste belang kan worden geacht eene zoo constant mogelijk lichtbron te bezitten, hebben we op hare constantheid verschillende lichtsoorten onderzocht. Van alle voor ons verkrijgbare lichtsoorten bleek diegene de beste, welke geleverd wordt door den Duitschen Kernbrander (Auerlicht). No. IX van dezen brander geeft tot 200 M.K. Bij nauwkeurige regeling der gasdrukking door middel van eenen regulateur, zóó dat een tusschengeplaatste watermanometer nooit het allergeringste drukverschil aanwees gedurende de proeven, brandde dit licht met zoo groote constantheid, dat de lichtsterkte aan het einde van elke proevenreeks, gemeten met den photometer van Weber, in het geheel niet of uiterst weinig afweek van de lichsterkte bij het begin van elke reeks door denzelfden photometer aangegeven. Ten einde met eenen dergelijken brander sterk licht te verkrijgen werd de vrijstaande brander tot zeer dicht bij het objectscherm geschoven, waardoor de photometer op een beperkt terrein van het scherm tot ongeveer 12000 M.K. aanwees. Ver-

zwakking van deze lichtsterkte tot ongeveer 5 M.K. gaf de vergrooting van den afstand tusschen objectscherm en brander (127).

Voor *zeer zwak licht* hebben we eene geheel andere methode der lichtverzwakking moeten volgen. De wet van het quadraat der afstanden was in het lokaal met lichtgekleurde wanden en meubelen totaal onbruikbaar. De photometer liet niet toe lichtsterkten beneden 1 M.K. te bepalen. We hebben daarom den brander in een ijzeren lantaarn geplaatst, die slechts naar ééne enkele zijde eene lichtopening had. Voor deze opening werd de volgende inrichting geplaatst: Eene glazen doos met 2 dunne, evenwijdig geplaatste, vlakke wanden — afstand der platen 2 c.M. — werd met in water verdunde melk gevuld. Deze doos sloot de lantaarnopening geheel af. Een paar glasplaten, tusschen brander en melkkast ingeschoven, beschutte het geheel voor springen en den inhoud voor koken. Hierdoor was een gelijkmatig verlicht vlak van bepaalde grootte verkregen, dat nu als lichtbron werd gebruikt. Ik plaatste het op pl.m. 50 c.M. afstand tegenover het objectscherm. Verkleining van het lichtgevend vlak moest in dezelfde mate vermindering der verlichting van de objecten ten gevolge hebben. Vóór de melkkast werd eene ijzeren plaat gezet met ronde opening van 10 c.M. middellijn. Achtereenvolgens kon deze opening door diafragmata verkleind worden. De grootte der diafragmata was: 100 — 70.71 — 50 — 35.35 — 25 — 17.68 — 12.5 — 8.84 — 6.25 — 4.42 — 3.125 — 2.21 — 1.56 — 1.105 — 0.78 — 0 m.M. doorsnede, aldus gekozen, opdat telkens de lichtsterkte voor de helft zou afnemen bij het verkleinen der lichtopening. De juistheid dezer onderstelling hangt geheel af van de gelijkmatigheid van het lichtende vlak (128). Het gebruik van het gelijk-

matig lichtende vlak leerde, dat niet zonder meer diafr. 100 2 × zooveel licht van het objectscherm doet reflecteeren als diafr. 70. Wat toch was het geval! De lantaarn was naar links van het schermcentrum geplaatst, ten einde dit centrum voor de waarneming geheel zichtbaar te laten. Deze schuine stand veroorzaakte eene sterkere verlichting links dan rechts. We hebben dit bezwaar zonder beteekenis geacht daar voor het te sterk verlichte schermgedeelte de lantaarn zelf geplaatst was en dit gedeelte dus voor de waarneming niet in aanmerking kwam. Bovendien was het schermcentrum, voor zoover het door de proefobjecten moest worden ingenomen werkelijk gelijkmatig verlicht. Het bezwaar, dat een groot diafr. niet de juiste verlichtingsverhouding aangeeft tegenover de kleine, omdat van een groot diafr. de lichtstralen onder anderen hoek op het schermcentrum invallen, bestaat. Metingen leerden echter, dat het schermpapier van zoodanige constructie was, dat onder nog grootere hoeken invallend licht in het geheel geen verschil maakte in de hoeveelheid gereflecteerd licht. Het was daarom ook niet te verwonderen, dat de photometer, op het schermcentrum ingesteld, van alle gedeelten uit diafr. 100 dezelfde hoeveelheid licht ontving (129). Dat de hoeveelheden van het scherm teruggekaatst licht met vrij groote nauwkeurigheid met de grootte der diafragmata hebben gewisseld, zullen de resultaten der waarneming bewijzen.

Wij hebben de inrichting nu zoo gebruikt, dat bij het begin van elke proevenreeks de gasdruk zoo gunstig mogelijk voor de gloeikous werd ingesteld en de afstand van melkkast en schermcentrum zoo werd geregeld, dat op den photometer steeds dezelfde hoeveelheid licht van het schermcentrum kon worden

afgelezen, n.l. 15.1 M.K. Voor de proeven met niet sterk licht is deze waarde het uitgangspunt geweest, wanneer we nauwkeurig de lichtsterkten wenschten te kennen. Bij de proeven zonder lichtcontrole en met 1 % melkemulsie zijn deze voorzorgen verwaarloosd.

De proefobjecten.

We hebben uit *zwart, grijs en licht papier* driebeenige haakfiguren gesneden naar het model der optotypen van Snellen. De kleinste had eene zijde van 3.636 m.M., en werd op 5 M. afstand onder 2'.5 gezien. De volgenden hadden eene oppervlakte telkens ± 2-maal grooter dan de vorigen. Deze maat is geheel willekeurig. We bereikten er mede, dat elke 3de haak eene 2 × zoo groote oppervlakte had, hetgeen de berekeningen vergemakkelijkte. Hieronder volgen de no.'s en grootten der gebruikte haakfiguren.

No.	theoret.	werkelijke maat zwart	licht	hoek	oppervl. m.M.².
1	3.636	3.75		2'30"	13.22
2	4.324	4.60		2'59"	18.7
3	5.142	5.15		3'33"	26.44
4	6.115	6.50		4'12"	37.4
5	7.2725	7.25		5'	52.89
6	8.65	8.90		5'57"	75.
7	10.285	10.75	10.25	7'4"	105.78
8	12.23	12.25	12.10	8'24"	149.6
9	14.545	14.8	14.60	10'	211.5
10	17.30	17.4	17.35	11'53"	299.
11	20.57	21.10	20.60	14'8"	423.
12	24.46	24.90	24.5	16'49"	599.
13	29.09	29.7	29.10	20'	846.2

14	34.60	35.25	34.60	23′46″	1198.
15	41.14	42.	41.	28′17″	1692.5
16	48.95	49.6	49.30	33′38″	2396.
17	58.18	59.2	57.80	40′	3385.
18	69.19	69.5	69.	47′32″	4787.
19	82.28	83.5	82.20	56′34″	6770.
20	97.85	99.25	97.85	67′16″	9575.
21	116.36	118.20	116.35	79′59″	13540.
22	138.4	140.8	138.25	95′3″	19149.
23	164.6	167.	164.5	113′6″	27080
24	195.7	198.	195.5	134′30″	38298
25	232.7	237.5	233.	159′53″	54160.
26	276.75	287.	276.5	190′	76590.
27	329.1	332.	329.	226′7″	108320.
28	391.4	397.			
29	465.44	470.		319′6″	
30	553.5	560.		379′5″	
31	658.25	666.			
32	782.8	790.			

(130).

Deze *haken* werden *geplakt op dofwit papier*, dat precies dezelfde hoeveelheid licht terugkaatste als de proefkaart van den photometer. De hoeveelheid van dit papier gereflecteerd licht was dus juist zoo groot als de photometer behoort aan te geven. De kleinere haken waren alle op kartonstukken bevestigd van 24 c.M. doorsnede. Deze kartonstukken konden met haakjes worden bevestigd op een vierkant scherm met 1,40 M. zijde, dat zoodanig was vervaardigd, dat het om eenen ring kon wentelen in het eigen vlak. Het schermcentrum verplaatste zich daarbij niet noemenswaard. Het geheele scherm was met hetzelfde dofwitte papier beplakt.

Achtereenvolgens konden de verschillende haken

op het scherm worden bevestigd. Door draaiing konden de haken naar alle mogelijke richtingen worden gekeerd zonder van plaats te veranderen. Dit was noodzakelijk, omdat de op 5 M. afstand zittende waarnemer niet naar de plaats der haken mocht zoeken. Een bediende bevestigde de haken naar eigen goedvinden op het scherm, en draaide de haken eveneens naar eigen goedvinden in de verschillende richtingen, waarbij hij zeer willekeurig te werk ging. Door deze methode van handelen was de waarborg gegeven, dat de waarnemer nooit wist, welke lettergrootte noch welke letterrichting te herkennen was, daar het nummer door den bediende niet vóór afloop der waarneming mocht worden medegedeeld. De haak werd niet als herkend beschouwd, wanneer niet zonder fout de 4 voorgeschreven richtingen (2 horizontaal, 2 verticaal) waren herkend. De grootte van het scherm werd zoo door ons gekozen om voorwerpen te kunnen onderzoeken die hoogstens de grootte hadden van de macula lutea (ongeveer met 94 c. M. voor eene haak overeenkomende).

De tachistoscoop.

Het doel van een dergelijk toestel is: een object gedurende korteren of langeren tijd zichtbaar te kunnen maken. Dat is op 3 manieren te bereiken:

1°. door het object gedurende den vastgestelden tijd te verlichten;
2°. door het object te verbergen achter een beweegbaar scherm;
3°. door het waarnemend oog gedurende korten tijd het vrije gezicht op het voorwerp te gunnen.

De 2e methode is onuitvoerbaar, wanneer voorwer-

pen van zeer uiteenloopende grootten als hier, zijn te bekijken. De 3e methode levert bezwaren op voor de fixatie van het onzichtbare object. De 1e methode eischt eene speciale verlichting.

De groote moeielijkheid bij de constructie dezer toestellen is gelegen in het bewaren eener *constante verlichting gedurende den voorgeschreven tijd*, zoodat de stijgende en de dalende verlichting niet een te groot gedeelte van den beschikbaren tijd afneemt; zooals dit het geval is bij photograpische moment-sluiters, draaiende schijven, valtachistoscopen. Ten einde aan dit bezwaar te gemoet te komen hebben we een eigen toestel geconstrueerd, dat als principe heeft, dat de openings- en sluitingsduur geheel wegvalt tegenover de periode van openblijven. Dit werd bereikt met eenen riem zonder einde, verticaal loopende over 2 rollen. In dezen riem was eene lange sleuf aangebracht, die voorbij eene schermopening kon roteeren. Door deze opening kan de lichtbron al hare stralen zenden, of het oog waarnemen. De lengte der sleuf was zoo groot, dat de openings- en sluitingstijd niet in aanmerking kwam tegenover den duur van geopend blijven. Achter de opening was een klepje aangebracht, dat naar wensch kon worden geopend en door middel van een gewichtje gesloten werd. De regelmatige rotatiesnelheid werd bereikt door koppeling van eene der horizontale rollen aan de as van eenen electro-motor, die gedreven door 4—6 accumulatoren den riem per sec. $^1/_2$ tot $2^1/_2$ maal met volkomen regelmatigheid deed voortbewegen. De juiste snelheid werd bereikt door inlassching van eenen koolrheostaat (model Engelmann). Bij de meeste proeven was de sleuflengte juist $^1/_4$ der totale lengte (336 c.M.); zoodat de grootte der schermopening (12 m.M.) daarbij niet in aanmerking kon komen, en

de omwentelingssnelheid van 1 sec. eenen openingsduur van $^1/_4$ sec. gaf. Voorts hebben we den riem zelf de opening door middel van het reeds genoemde klepje doen aangeven.

Ter weerszijden van den riem (zeildoek met guttapercha bekleed) en precies in de mediaanlijn waren 2 koperen bezempjes zoo tegenover elkaar geplaatst, dat ze elkaar raakten zoodra de lange sleuf de scheiding had opgeheven. Een hierdoor mogelijk gemaakt electrisch contact werd aangewend om door middel van eene electro-bobine de klep in beweging te brengen. Hierdoor was bereikt, dat telkenmale als de sleuf de borstelaanraking toeliet, de klep kon worden weggeschoven. Op deze wijze was niet verhinderd, dat de opening bij elke rotatie terugkeerde. Dit werd bereikt met een veerenden haak, die boven de klep aangebracht was. Telkens als na voorbijroteeren der riemsleuf het borstelcontact had opgehouden te bestaan en het gewichtje de klep in den ruststand had teruggetrokken, verhinderde de haak, die in eene inkerving der klep pakte de wederopening. Verlangde men de opening, zoo moest van te voren met de hand de klep voorbij den haak worden gesteld. Met deze regeling was nog altijd mogelijk, dat de klepopening zou plaats hebben op het oogenblik, dat de sleuf reeds partieel was voorbijgeroteerd. Ook hierin voorzag de riem. Een kleine hefboom in de klepopening-geleiding verbrak of sloot daarin den stroom. Was de hefboom opgelicht zoo kon het borstelcontact geen effect hebben; was de hefboom in de daartoe bestemde kwikreservoirtjes gedompeld, zoo kon het borstelcontact de klepopening bewerkstelligen. Deze hefboombeweging nu geschiedde door een 2e borstelpaar, zoodanig tegen den riem aangebracht, dat een kort contact kon plaats hebben, vóór de sleuf haar werk

moest verrichten. Door dit korte contact trok eene 2e electro-bobine den hefboom in de kwikbakjes.

De geheele werking was de volgende:

Zoodra de waarnemer achter den toestel heeft plaats genomen, terwijl alles nog in rust is, wordt eerst de motorstroom gesloten. Na eenigen tijd is de gewenschte, constante rotatie-snelheid bereikt. Nu wordt het riemcontact verzorgd. De haak wordt van de klep genomen en de hefboom uit de kwikbakjes gelicht. Beide borstelparen raken elkaar bij elke rotatie zonder effect, omdat de contactknop der geleiding (naast den motorknop aan den toestel aangebracht) afgesteld is. Wanneer de geleiding door den band gesloten wordt, kunnen zich 2 gevallen voordoen. Heeft de sluiting plaats op het moment, dat de sleuf reeds gedeeltelijk is gepasseerd, zoo heeft toch geene klepopening plaats, omdat de hefboom de scheiding der kwikbakjes niet overbrugt. Dit verandert, zoodra de borsteltjes der waarschuwingssleuf elkaar raken. Nu wordt onmiddellijk de hefboom in de kwikbakjes getrokken. Na eenige oogenblikken ontstaat opnieuw aanraking der hoofdsleufborsteltjes, en nu kan de klep geopend worden. Bij de 2e rotatie ligt wel de hefboom in de kwikbakjes, maar de weerhaak verhindert de heropening, zoolang de waarnemer deze niet begeert.

In het begin hebben we op deze wijze den tachistoscoop gebruikt. Later hebben we de klep met de hand bewogen. Door de lengte der sleuf te varieeren konden we den expositietijd wisselen van $^2/_3$ tot bijna $^1/_{2000}$ sec. Voor de laatste waarden moest de sleuf zeer kort zijn en maakte de schadelijke ruimte een grooter deel der geheele sleuflengte uit. Maar daar ons bij dezen korten tijd daaraan weinig gelegen was,

hinderde ons deze schadelijke ruimte ook niet, die trouwens voor opening en sluiting tezamen niet meer 3.5 m.M. bedroeg; want reeds bij $1^3/_4$ mM. opening waren de groote objecten met volle lichtsterkte zichtbaar.

Het fixatie-apparaat.

Dit bestond uit een uiterst klein, rood lichtje, dat door middel van een dekglaasje voor de schermopening aangebracht, precies in het centrum der haken werd geprojecteerd. Bij waarnemingen met kunstmatige pupil was de grootte van het roode lichtje ongeveer 1 m.M^2. Het lichtje was evenver achter den tachistoscoop geplaatst als de objecten ervoor gesteld waren. Daardoor viel object en projectiebeeld in hetzelfde vlak.

De uiterste graad van zwakheid mocht het lichtje niet bereiken, omdat dan de strenge fixatie moeielijk werd en het „Punktschwanken" voor den dag kwam. Maar zelfs dan behoefde men over de fixatie (met het centrum) niet in twijfel te zijn; omdat het zich daarbij onveranderd rood en niet kleurloos voordeed (131).

Bij sterk en gemiddeld licht was het fixatiepunt zoo zwak, dat het op de objecten volstrekt onzichtbaar was. Bij zwakker licht, waarbij nog betrekkelijk kleine objecten (5′) zichtbaar waren, stoorde het zóó de waarneming, dat we verplicht waren het naast het object te stellen. Op den invloed der adaptatie hebben we ons fixatie-punt herhaaldelijk onderzocht en steeds gevonden, dat het punt, dat bij adaptatie voor duisternis zwak zichtbaar was, bij adaptatie voor helder licht nooit verdwenen was; en omgekeerd het bij adaptatie voor helder licht zwak zichtbare punt,

bij adaptatie voor duisternis niet te sterk was (132

Het waarnemend oog.

De proeven zijn zonder uitzondering met mijn rechteroog uitgevoerd, dat in elk opzicht normaal is en geene correctie, welke ook noodig heeft.

Het linker oog was steeds vrij open, keek onmiddellijk tegen den achterwand van het tachistoscoopscherm aan, die uit den aard der zaak steeds donker was, en kon niet door de schermopening heenkijken.

De proeven zijn zelden 's morgens, meest 's middags en 's avonds gedaan. Van „Tagesermüdung" bleek alleen dit, dat de proeven 's morgens de meeste inspanning eischten. Dat 's avonds minder zoude zijn gezien dan 's middags bleek nooit, zelfs niet tegen het einde van den avond.

De persoon van den onderzoeker.

33 jaar bezit ik nog bijna maximale gezichtsscherpte. Om den invloed der attentie, enz. niet al te veel aan schommelingen onderhevig te doen zijn heeft vele voorafgaande proeven en lange oefening vereischt.

Andere voorwaarden voor onderzoek.

Door het hoofd rustig gefixeerd te houden op het achter den tachistoscoop aangebrachte steunapparaat voor kin en voorhoofd waren hoofdbewegingen volstrekt uitgesloten. Oogbewegingen konden niet voorkomen om vroeger gemelde redenen. Het gefixeerd houden van het roode lichtje waarborgde tevens het onderzoek van steeds hetzelfde foveagedeelte (133).

HOOFDSTUK II

Onderzoek naar het al of niet voorkomen van oogbewegingen bij het waarnemen van gezichtsproeven.

Onder waarnemen van gezichtsproeven verstaan we niet het herkennen van een of ander willekeurig groot object door een normaal oog bij gemiddeld dag licht; we verstaan eronder het herkennen van dat object, waarvan de perceptie onder gegeven omstandigheden nog juist mogelijk is (134).

Experimenten.

We hebben gemeend de volgende proeven op de vroeger beschreven manier te moeten verrichten.

A. Voorloopige proeven.

I. Vergelijking van de waarneembaarheid van zeer kleine objecten met vrij beweeglijken blik en tachistoscopisch.

Gemiddeld daglicht, geen kunstpupil, *zwarte* objecten.

Obj. 1 (2'30") — vrij oog — zichtbaar.
tachist. — moeilijker.
Obj. 2 (3') — vrij oog — zichtbaar.
tachist. — moeilijker.

Hetzelfde bij kunstlicht van nagenoeg dezelfde sterkte.

Obj. 1 (2'30") — vrij oog — zichtbaar.
tachist. — moeilijker.
Obj. 2 (3') — vrij oog — zichtbaar.
tachist. — moeilijker.

II. Proef bij goed daglicht, zonder kunstpupil, zwarte objecten, door den tachistoscoop, rustig of in $^1/_4$ sec. bezien.

Obj. 1 (2′30″) gelijk herkenbaar.
„ 2 „
„ enz. „
„ 32 (pl. m. 8°) „ (135).

Dezelfde proef met kunstlicht van dezelfde sterkte.

Obj. 1 — 32, rustig bezien, niet beter herkenbaar dan in $^1/_4$ sec. bekeken.

III. (136.) Proef bij zwak kunstlicht, zwarte objecten, zonder kunstpupil, door den tachistoscoop (137).

Verlichting - object - rustig - in $^1/_4$ sec. bezien.

1	3 (3′33″)	gelijk herkenbaar.	
2	4	„	
3	5	„	
enz.	enz.	„	
8	10	„	
9	11 (14′8″)	herkenb. — onduidelijk,	

IV. Proef als III.

Verl. —	Obj. —	rustig —	in $^1/_4$ sec. bezien.
1	5 (5′)	herkenb.	als bij rustig zien.
2	6	„	„
3	7	niet „	„
	8	„	„
4	8	niet „	„
	9	„	„
5	11	„	„
6	12 (16′49″)	„	niet
7	13	„	„
	14 (23′46″)	„	als bij rustig zien.
8	centraal niets te zien (138).		

V. Proef met *grijze* objecten. Omstandigheden als te voren. Bij verlichting 1 is zwart obj. 2 zichtbaar.

Verl. —	Obj. —	rustig —	in $^1/_4$ sec. bezien.
1	11 (14′8″)	gelijk herkenbaar.	
2	12	„	

3	13	gelijk herkenbaar
4	14	"
5	16 (33'38")	onzeker.
6	16	centraal niets.

VI. Proef als V.

Verl. — Obj. — rustig — in 1/4 sec. bezien

1	17 (40')	gelijk herkenbaar
	16	herkenbaar — bleeker
2	15	gelijk herkenbaar
	14 (23'46")	onduid. — slecht.

VII. Proef als V.

Verl. — Obj. — rustig — in 1/4 sec. bezien.

1	10 (11'53")	gelijk herkenbaar.
	11	"
2	11	moeilijk — ondoenlijk.
6	22 (95'3")	gelijk herkenbaar.
	21	"
	20	moeielijk — schim.
	19 (56'34")	centraal niets.

VIII. Proef als V.

Verl. — Obj. — rustig — in 1/4 sec. bezien.

1	18 (47'32")	centraal onzichtbaar.
	19	schim — schim.
	20	gelijk moeielijk.
	21	herkenb. — moeielijk.
	22	" "
2	20	gelijk herkenbaar.
	19	moeielijk — dubieus.
	18	schim.
3	22	centraal niets.

B. Proeven met varieerenden expositie-duur, *bleeke* figuren (139), condities als boven.

IX. Verl. 1 — Obj. 20 (67'16") — rustig zien: herkenbaar.

$^6/_{12}$ sec: iets minder.
$^1/_4$ „ : nog „
$^5/_{32}$ „ : zeer veel minder.

Verl. 2 — Obj. 8 (8'24") —
rustig zien: herkenbaar.
$^6/_{12}$ sec.: iets minder
$^1/_4$ „ : veel „
$^5/_{32}$ „ : niets.

Dezelfde proef met kunstpupil.

Het verschil in zichtbaarheid tusschen rustig zien en bij eenen expositieduur van $^5/_{32}$ sec. is voor obj. 8 niet grooter dan voor obj. 20.

C. Proeven ter bepaling van het grootste object, dat nog zonder oogbeweging wordt herkend (140).

X. Omstandigheden als vroeger, expositietijd $^1/_4$ sec., geen kunstpupil.

Diafr. — Obj. — Positie. — Vertic. — Horiz.

35 23 (113'6") boven: stand herk. - stand moeil.
beneden: „ „
binnen: „ stand gemakk.
buiten: „ „
24 (134'30") boven: richt. herk. - richt. herk.
beneden: „ „
binnen: stand zwak - stand herk.
buiten: „ „
25 (159'53") boven: richt. herk. - richt. herk.
beneden: stand „ - stand dub.
binnen: „ „ herk.
buiten: „ „
26 (190') boven: richt. herk. - richt. herk.
beneden: stand. „ - stand dub.
binnen: „ „
buiten: „ (beter) „ (beter)

25	23	boven:	richt. herk. — stand dub.
		beneden:	stand „ „
		binnen:	te zwak „ herk.
		buiten:	„ „ „
	24	boven:	richt. herk. — richt. herk.
		beneden:	stand dub. „
		binnen:	„ herk. stand herk.
		buiten:	stand herk. stand herk.
	25	boven:	richt. herk. — richt. herk.
		beneden:	stand dub. stand dub.
		binnen:	„ herk. „ herk.
		buiten:	„ „
	26	boven:	stand herkenbaar.
		beneden:	„
		binnen:	„
		buiten:	„
17.68	26	boven:	richt. herk. — richt. herk.
		beneden:	stand „ stand dub.
		binnen:	„ „ herk.
		buiten:	„ „
12.5	26	boven:	richt. herk. — richt. herk.
		beneden:	„ „
		binnen:	stand herk. stand herk
		buiten:	„ „
8.84	26	boven:	schim — niets.
		beneden:	„ „
		binnen:	niets schim.
		buiten:	„ „

(De laatste serie gezien bij stilstaand toestel).

8.84	25	Met zekerheid zelfs bij rustig zien niets meer te herkennen.	
12.5	25	boven:	richt. herk. — richt. herk.
		beneden:	„ „
		binnen:	stand dub. stand dub.
		buiten:	„ herk. „ herk.

17.68	24	boven:	richt. herk. — richt. moeilijk.
		beneden:	„ „
		binnen:	stand herk. stand herk.
		buiten:	„ „
17.68	25	boven:	richt. herk. — richt. herk.
		beneden:	stand dub. stand dub.
		binnen:	„ herk. „ herk.
		buiten:	„ „
12.5	24	boven:	nihil.
		beneden:	„
		binnen:	„
		buiten:	„
12.5	27 (226′)	boven:	richt. herk. — richt. herk.
		beneden:	„ „
		binnen:	stand dub. stand dub.
		buiten:	„ „ herk.
8.84	27	boven:	richting herk. —
		beneden:	„
		binnen:	„
		buiten:	„
6.25	27	boven:	nihil.
		beneden:	„
		binnen:	„
		buiten:	„

Toelichting.

We hebben ons de vraag gesteld, of het geoorloofd is de resultaten van *waarnemingen met vrij beweeglijken blik direct te vergelijken met zoodanige, tachistoscopisch* verkregen.

Het totale gemis der periphere prikkels, die normaliter voorkomen, het gedwongen onbeweeglijk houden van het experimenteerende oog, het turen gedurende slechts korten tijd door een spiegelend glaasje en

langs eene kleine opening, het zijn alles omstandigheden, die de wijze van waarneming misschien abnormaal kunnen maken.

Uit *proef I* blijkt, dat de waarneming door den tachistoscoop eenigszins moeilijker is dan met vrij beweeglijk oog. Dat het niet grooter is moet wellicht daaraan worden toegeschreven, dat achter den tachistoscoop de normale pupil wijder is geweest dan onder gewone omstandigheden, en daardoor meer licht van het geexponeerde object in het oog heeft kunnen geraken, hetgeen de waarneming moet hebben vergemakkelijkt zooals latere proeven zullen bewijzen. Wat uit deze proeven het meest opvalt is dit, dat bij eenen expositieduur van $^1/_4$ sec., dus bij waarneming met onbeweeglijk netvlies, het beeld der geexponeerde objecten (2′ 30″ en 3′) zich in werkelijkheid niet anders voordoet dan door den stilstaanden tachistoscoop gezien (141).

Ook schijnt het geheel onverschillig, of *dag-* dan wel *kunstlicht* wordt gebruikt (142).

Toen ons op deze wijze van eene abnormale per. perceptiewijze der objecten niet bleek, hebben we gemeend dezelfde methode voor alle volgende proeven te mogen toepassen, en de resultaten zonder meer vergelijkbaar te stellen met die, onder normale omstandigheden te verkrijgen.

We hebben (*proef II*) gedurende den korten expositieduur van $^1/_4$ sec. de objecten van alle beschikbare afmetingen bekeken, en eene vergelijking gemaakt tusschen de beelden, die we aldus te zien kregen met degenen, die met stilstaand toestel werden waargenomen. Hierbij was een verschil niet op te merken. De conclusie lag voor de hand: *driebeenige haken van de kleinst waarneembare* (2′ 30″)

af tot de grootst beschikbare toe (8°) *kunnen zonder oogbewegingen even zoo scherp worden herkend als met vrij beweeglijk oog.*

Nu mag evenwel uit deze waarnemingen volstrekt niet worden afgeleid, dat deze wijze van perceptie onder alle omstandigheden wordt toegepast. We hebben alleen willen nagaan, of een groot voorwerp (tot 8°) nog direct gepercipieerd kan worden. Dit blijkt inderdaad het geval te zijn.

Deze waarneming bepaalde tegelijkertijd den door ons te volgen weg. De objecten moesten onder meer bezwarende omstandigheden voor het netvlies worden gepresenteerd. Het eenvoudigste middel om hiertoe te geraken was de verlichtingssterkte te verminderen. Hierdoor toch zouden aan het oog groote objecten kunnen worden aangeboden ter waarneming op een oogenblik, dat de waarneming van kleine objecten eene onmogelijkheid zoude zijn. Op deze wijze vergeleken we objecten van 2′ 30″ tot 23′ 46″ (*proef III en IV*) bij rustig zien en gedurende eenen verlichtingstijd van $^1/_4$ sec. Afgezien van waarnemingsfouten (143) kwam een verschil in waarneembaarheid niet voor den dag.

Grootere objecten op deze wijze te onderzoeken liet de methode niet toe; want om de grootere objecten te kunnen waarnemen aan de grens van waarneembaarheid zoude de lichtsterkte nog meer hebben moeten dalen. Deze daling nu kon niet plaats hebben zonder de perceptie door middel van de fovea centralis geheel op te heffen. Toch was er ons veel aan gelegen grootere objecten te onderzoeken aan de grens van waarneembaarheid. We hebben dit trachten te bereiken door het contrast der objecten te verminderen, aangezien dan bij dezelfde lichtsterkte grootere

objecten zouden kunnen worden beschouwd *(proef V, VI, VII, VIII)*.

We hebben voor deze objecten ondersteld, dat de expositieduur van $^1/_4$ sec. voldoende lang is (144), en leiden dan uit deze proeven af, dat de *wijze van perceptie voor de objecten van 11′ 53″ tot 95′ 3″ dezelfde is*, wanneer ze geschiedt *met onbeweeglijk gehouden oog of wel met normaal beweeglijk gezichtsorgaan*.

Om twee redenen evenwel konden ons deze proeven niet voldoen: 1°. is het object, dat zonder oogbewegingen niet kan worden overzien er niet door gevonden; 2°. kan men de tegenwerping maken, dat het bij de zwakste verlichting waargenomene, grootste beeld (95′) geen zuiver kegelbeeld is geweest, maar dat de staafjes daartoe hebben medegewerkt (145). Beide bedenkingen hebben genoopt tot andere middelen.

Aan de medewerking der staafjes hebben we trachten te ontkomen door het gebruikmaken van *roode* objecten (146). Dit bleek geen voordeel op te leveren.

Grootere objecten te kunnen onderzoeken bij niet te zwakke verlichting was mogelijk door het contrast nog meer te verminderen. Dit heeft het gewenscht resultaat opgeleverd, al was ook hier eene bedenking op te lossen. Voorloopige proeven toonden aan, dat de *waarneming bij stilstaand toestel en bij* $^1/_4$ *sec. expositietijd niet meer identiek* was. Hiervoor moet de reden worden opgespoord; en men wordt allereerst voor de vraag gesteld, of gemis aan oogbewegingen er de oorzaak van is of gebrek aan voldoenden expositietijd. Bij de beantwoording dezer vragen zij ons uitgangspunt, dat eene noodzakelijkheid van oogbewegingen voor een klein object niet bestaat. Derhalve berust voor deze kleine voorwerpen de mindere duidelijkheid van het beeld bij eenen expositieduur van $^1/_4$ sec. niet

op het gemis aan de oogbewegingen maar op den onvoldoenden tijd. Onderstellen we voor de grootere objecten, dat voor de waarneming oogbewegingen wel noodzakkelijk zijn, zoo moet de expositieduur van $^1/_4$ sec. voor deze grootere objecten eene sterkere vermindering in beeldduidelijkheid geven dan voor de kleinere. Vergelijken we nu proef IX, zoo zien we daaruit het omgekeerde, nl. dat de sterkste perceptievermindering bij $^1/_4$ sec. expositietijd niet voorkomt bij het grootste object (67′) maar bij het kleinste (8′24″). Maakt dit het direct duidelijk, dat de oogbewegingen hierbij geen rol spelen, het zonderlinge verschijnsel eischt opheldering. We hebben de verklaring meenen te moeten vinden in de verhouding der *pupilwijdte*, die bij de waarneming van n°. 20 groot en bij die van n°. 8 relatief klein moet zijn geweest (door sterkere verlichting). Inderdaad leert de waarneming met enge, kunstmatige pupil, dat het verschil voor beide objecten geheel verdwijnt.

Uit het laatste volgt evenwel nog niet, wat de oorzaak der perceptievermindering wel is, als deze niet is gelegen in gemis van oogbewegingen. Vergelijking van proef IX leert, dat de te korte expositietijd de grond van het verschijnsel is (voor het grootste deel althans). Wanneer $^1/_4$ sec. exposietijd onvoldoende is, moet tijdverlenging de perceptie verbeteren en tijdverkorting de perceptie nog slechter maken. We zien inderdaad dat verkorting van $^1/_4$ tot $^5/_{32}$ sec. de perceptie veel slechter maakt dan verlenging van $^1/_4$ tot $^5/_{12}$ sec. verbetering geeft. Hieruit volgt, 1° dat $^1/_4$ sec. niet mag worden verminderd zonder benadeeling der perceptie, 2° dat tijdverlenging tot $^1/_2$ sec. nog niet eene waarneming toelaat als bij rustig zien. Dat $^1/_4$ sec. voldoende zoude zijn is niet aan te nemen na deze waarnemingen. Hoeveel de tijd langer moet worden

gekozen is niet te zeggen, omdat geen totale verbetering er door tot stand komt. Het is bovendien gevaarlijk er rekening mee te houden, omdat niet aan te geven is, na welken duur – gerekend van het begin der prikkeling — de oogbewegingen kunnen beginnen.

De oorzaak der verminderde perceptie bij $^1/_2$ sec. expositie-tijd hebben we gezocht in „pupilwijdte" en „Blendung" (147).

Na ons aldus overtuigd te hebben, dat de *expositieduur van* $^1/_4$ *sec. niet te lang, wel wat te kort is* voor behoorlijke waarnemingen, hebben we met de grootere objecten (113′ tot 226′) geëxperimenteerd. Gevaar voor een merkbaar staafjesbeeld bestond niet (148).

Bij deze proeven (cf. X) valt onmiddellijk op, dat niet alle richtingen met dezelfde duidelijkheid kunnen worden herkend.

Gaan we na, welke resultaten *object 23* heeft opgeleverd, zoo zien we door vergelijking der waarnemingen met diafr. 35 en 25, wat de richting naar boven betreft, dat de figuur niet grooter had kunnen zijn, zonder in waarneembaarheid te hebben verloren. Voor de horizontale figuren was de stand naar boven de moeielijkst herkenbare, en was met diafr. 35 moeielijk, met diafr. 25 zelfs dubieus. Hieruit volgt, dat door den stand naar boven de uiteinden, waaraan de stand moet worden herkend, nog maar juist vielen binnen het veld van het direct zichtbare.

Voor de andere 3 standen was hiervan nog niets te bemerken. De horizontale standen gaven met diafr. 25 een te zwak contrast om te worden herkend; maar verbeterde verlichting (diafr. 35) deed de geheele figuur herkenbaar zijn.

De waarnemingen met *object 24* leeren het volgende. Ze zijn verricht met diafr. 35 tot 17,68.

Diafr. 12.5 liet geene waarnemingen meer toe.

Bij de zwakste verlichting was noch de stand naar boven noch die naar beneden te herkennen. Dat het horizontale beeld voor boven-beneden haast geen receptie meer toeliet is geen wonder, wanneer men ziet, dat eene geringe lichtverzwakking in het geheel geene perceptie meer tot stand liet komen. Het doet des te duidelijker het verschil tusschen de verticale en de horizontale standen uitkomen, waar we zien, dat de contrastzwakke horizontale standen van het verticale beeld nog duidelijk herkenbaar zijn.

Lichtverbetering tot diafr. 25 verbeterd niet het herkennen van den stand naar boven, dit doet zelfs niet diafr. 35; het maakt alleen het herkennen van den stand naar beneden wat gemakkelijker, ofschoon een voldoend onderscheiden zelfs bij diafr. 35 niet mogelijk is. Hieruit volgt, dat de *figuur 24 noch naar boven noch naar beneden bij directe waarneming geheel kan worden overzien.* Ook volgt eruit dat het centrale gezichtsveld naar beneden niet zoo klein is als dat naar boven.

De waarnemingen met *object 25* zijn uitgevoerd met diafr. 35 tot 12.5. Ook hierbij herkennen we direct de moeilijkheid van den stand naar boven. Zelfs de grootste lichtsterkte laat de herkenning naar boven niet toe, terwijl het niets vreemds zoude hebben gehad, wanneer onderscheiden mogelijk was geweest voor eene figuur, die veel grooter is dan de kleinst waarneembare.

Dat de stand naar beneden niet zoo moeielijk is leert ook hier de waarneming. Is met diafr. 12.5 slechts de richting te herkennen, met diafr. 17,68 wordt de herkenbaarheid van den stand reeds twijfelachtig. Men ziet dus, dat ook hier blijkt, dat

deze figuur naar beneden niet direct kan worden overzien.

Naar binnen blijkt het herkennen nog gemakkelijker. Bij de zwakste verlichting is nog steeds meer te herkennen dan de richting alleen. Het is twijfelachtig, of hier de geheele figuur niet kan worden herkend. Dat met diafr. 17,68 en grooter de geheele figuur herkenbaar was, is alleen daaraan te wijten, dat hij deze verlichting de grens van waarneembaarheid niet was bereikt.

De stand naar buiten is nog gemakkelijker; want deze is steeds herkenbaar.

Object 26 hebben we waargenomen met diafr. 35 tot 8.84. De waarneming bij de zwakste verlichting was bij den expositieduur van $^1/_4$ sec. in het geheel niet mogelijk, en alleen partieel bij stilstaand toestel. Hier was de indruk zoo zwak, dat slechts het centrum eene perceptie toeliet (het verloop der balken was herkenbaar). We hebben getracht de figuur door gepaste oogbewegingen tot een geheel te completeeren, maar dit wilde absoluut niet gelukken. Deze waarneming leert dat het periphere beeld bij de waarneming niet kan worden gemist. Voor onze waarneming was het herinneringsbeeld bij totaal ontbreken van het extrafoveale beeld niet voldoende tot het verkrijgen van eenen behoorlijken indruk.

De stand naar boven was alleen herkenbaar bij overmatig goede verlichting en ook dan nog slechts wisselend. Aan de grens van waarneembaarheid was daarvan geen sprake (diafr. 12.5).

De stand naar beneden begon reeds wat eerder eenige zichtbaarheid te verkrijgen, maar bleef ten slotte toch dubieus, zoolang de verlichting niet zeer goed was.

De stand naar binnen was zelfs met diafr. 12.5 herkenbaar. We kunnen hieruit niet besluiten, dat eene

figuur ter grootte van no. 26 bij den stand naar binnen nog geheel bij directe waarneming is te onderscheiden; omdat gebleken is, dat de waarneming voor object 25 bij dezelfde verlichting moeilijkheid opleverde.

De stand naar buiten is tot het laatst toe herkenbaar gebleven. Toch heeft het den indruk gemaakt, alsof eene grootere figuur in dezen stand niet meer zoude zijn herkend.

Waarnemingen met *object 27* met diafr. 12.5—6.25. Met het laatste diafragma was eene waarneming niet meer mogelijk. De standen naar boven-beneden waren in het geheel niet herkenbaar. De stand naar binnen was zelfs bij te goede verlichting nog maar twijfelachtig.

De stand naar buiten was ook voor deze figuur met diafr 8.84 niet meer op te geven. Dat was alleen mogelijk bij diafr. 12.5 met de horizontale figuur.

Recapituleerende zien we, dat de *directe waarneming eener haakfiguur aan de grens van waarneembaarheid slechts dan mogelijk is, wanneer de figuur kleiner is dan 226′*. We zien ook, dat het *foveale gezichtsveld niet in alle richtingen even groot* is. Naar boven wordt n°. 23 (113′) ternauwernood herkend, naar beneden n°. 24 (134′) niet meer, naar binnen n°. 25 (160′) ternauwernood en naar buiten nog juist n°. 26 (190′).

Wanneer nu onze onderstelling juist is, dat, terwijl het netvlies, onder de allerongunstigste omstandigheden geplaatst, nog niet de hulp der oogspieren inroept voor haakfiguren, niet grooter dan 113′ tot 190′, dit nooit zal gebeuren; dan mogen we gerust aannemen, dat het in werkelijkheid ook nooit geschiedt. Immers ongunstiger dan in onze proeven kunnen de omstandigheden haast niet worden gemaakt voor een netvlies. Uit onze proeven is duidelijk gebleken, dat

bij de geringste vermindering der moeielijkheden men in staat is een grooter beeld direct te overzien. Dit is een bewijs, dat het netvlies de uiterste inspanning kan verdragen en ook verdraagt zonder de hulp der oogspieren in te roepen. Dit alles doet den indruk ontstaan, dat de oogspieren niet hiertoe dienen en niet dienen kunnen. Het defecte beeld van n°. 26 bij rustig zien was met den besten wil door de hulp der oogspieren niet tot een duidelijk beeld te completeeren. Het allerzwakste, extra-foveale netvliesbeeld zou daartoe voldoende zijn geweest.

Vergelijking der gevonden objectgrootten met de afmetingen der fovea centralis.

Ten einde dit te vergemakkelijken hebben we nagegaan, *welke fractie van* n°. *26 direct zichtbaar* is. Bij $^1/_4$ sec. expositietijd is de grens tusschen het zichtbare scherp te trekken. De open zijde is achtereenvolgens gericht naar :

binnen : verticale been geheel zichtbaar.
buiten : verticale been voor minder dan de helft zichtbaar.
boven : horiz. been minder dan $^1/_3$ zichtbaar.
beneden : horiz. been alleen binnengrens zichtbaar.

Het zichtbare gedeelte komt overeen met de volgende maten :

boven :	83	m.M.
beneden :	< 102	„
binnen :	< 111	„
buiten :	> 139	„
Horiz. :	± 250	„
Vertic. :	< 185	„

Vergelijkt men dit met de getallen, die men ververkrijgt, wanneer

boven: n°. 23 nog juist zichtbaar wordt gerekend.
beneden: „ 24 ternauwernood zichtbaar.
binnen: „ 25 „ „
buiten: „ 26 goed „
dan komt dit neer op de volgende maten:

boven:	83	m.M.
beneden:	< 98	„
binnen:	< 117	„
buiten:	> 139	„
Horiz.:	± 256	„
Vertic.:	< 181	„

Uit de combinatie dezer getallen komt voor den dag:

verticaal:	180	m.M.
horizontaal:	250	„

Voor de fovea beteekent dit:

verticaal:	0.55	m.M.
horizontaal:	0.75	„

Wanneer we willen weten, of deze cijfers voor het netvlies eenigen anatomischen zin bezitten, zullen we moeten berekenen, hoe groot het vaatlooze centrum is.

Op 80 c.M. het vaatlooze centrum beschouwende zie ik dit horizontaal als een veldje van ongeveer 4 c.M. Dit komt overeen met 0,75 m.M. Ook de verticale afmeting zal naar schatting ongeveer $^3/_4$ bedragen van de horizontale.

Dit resultaat is zeer verrassend, omdat het bewijst, dat het *juist de fovea is, die aan het proces van het onbeweeglijk zien deelneemt.* Uit de onderzoekingen betreffende het paracentrale zien zal dit nader worden bevestigd.

Voor de gezichtsproeven van Snellen beteekent dit resultaat, dat diens onderstelling, dat zelfs de grootste gezichtsproeven worden gepercipieerd met bewegingloos oog, als volkomen waar moet worden beschouwd.

Proeven met zeer korten expositietijd.

Men kan nog op andere wijze de noodzakelijkheid der perceptie zonder oogbewegingen aantoonen in navolging van de proeven van Nordmann, Exner, Petrèn enz., waaruit blijkt, dat een groot object in korteren tijd kan worden herkend dan een klein object.

Wanneer men zich de mogelijkheid voorstelt, dat een groot object zoo kan worden waargenomen, dat begonnen wordt met een onderdeel te overzien en daarna de verschillende deelen van het object achtereenvolgens gefixeerd worden, zich op deze wijze het na elkaar waargenomene tot een geheel opbouwende, zoo zal de tijd, noodig voor de herkenning van het geheel, langer moeten duren dan de tijd, noodig voor het onderscheiden van een onderdeel. Een andere voorstelling schijnt me ondenkbaar. Wat zien we nu gebeuren!

We experimenteerden met obj. 17 (110′) en met een vierkant blokje, juist zoo groot als $^1/_{16}$ van n°. 17, d. w. z. als een der vierkantjes, waaruit de haakfiguren zijn opgebouwd. Bij eene bepaalde verlichting hebben we trachten na te gaan, in hoeveel tijd dit blokje scherp was te onderscheiden. Daar deze bepaling moeielijk was, aangezien het blokje reeds lang als diffuze schim wordt herkend, eer van scherp onderscheiden sprake is, vergeleken we het blokje met de haakfiguren, die evenveel grijs bevatten, d. i. in dat geval n°. 9 (10′). Daar nu dit n°. 9 zeer correct is op te geven bij dezelfde verlichting als te voren, heb ik den hiervoor noodzakelijken tijd vergeleken met de periode, welke voor het blokje de geschiktste scheen. Voor beide was dit $^1/_3$ sec. (149).

Volgens de bewegingstheorie moet de waarneming van n°. 17 zooveel meer tijd in beslag nemen dan $^1/_3$ sec., als noodig is voor het aftasten van het

geheele beeld. Hoe klein deze tijd ook zijn moge, beneden $^1/_3$ sec. zal de geheele waarnemingsduur nooit mogen dalen. De ervaring leert, dat mijn oog daartoe slechts $^1/_{43}$ sec. noodig heeft. Wanneer nu na $^1/_{43}$ sec. het groote beeld tot volkomen duidelijke perceptie geraakt, is het onmogelijk dat de perceptie van het geheel eerst kan geschieden na herkenning van een onderdeel, waarvoor $^1/_3$ sec. vereischt wordt. Dit is, naar ik meen een onomstootelijk bewijs, dat de *perceptie door middel van verschuiving van het fixatie-punt niet kan plaats hebben.*

HOOFDSTUK III.

Onderzoek naar het bestaan van gelijkwaardigheid der foveale kegels.

Deze eigenschap der kegels is te vinden:

1° door onderzoek naar het veldje, dat maximale gezichtsscherpte bezit;

2° door het veldje te bepalen, waarvoor eene totale ondersteuning der elementen is te constateeren:
(*a.* compensatie van objectgrootte en lichtsterkte,
b. compensatie van objectgrootte en expositieduur.)

Bepaling van het gezichtsveldje met maximale gezichtsscherpte.

De grenzen van dit veldje zijn aldus bepaald: We plaatsten het fixatiepunt naar boven enz. van de waargenomen letters, en verschoven het zoo lang, totdat de grootste afstand gevonden was, waarbij de letter nog kon worden herkend. Ook hier werd de

letter slechts dan als herkend beschouwd, wanneer zonder fout de 4 standen konden worden opgegeven.

De volgende cijfers geven in c. M's (hoekwaarden) den afstand tusschen object-centrum en fixatiepunt.

	Object:		gezichtsveld:	
zwart nº.	boven —	beneden —	binnen —	buiten.
1	2—2¼	2½	3½—4½	4½—5¼
2	3	3¾	5½	6½
3	3½	4½	6	7¼
4	5	6¼	8⅜	10
5	6½	8½	10½	12
6	10	11½	18	21
7	13	15	20	23

1	13′45″—16′30″	17′12″	24′4″—31′	31′—36′6″
2	20′10″	25′47″	37′49″	44′40″
3	24′4″	31′	41′15″	49′50″
4	34′23	43′	60′10″	68′45″
5	44′40″	58′28″	72′12″	82′30″
6	68′45″	79′5″	123′50″	144′25″
7	89′24″	103′	137′35″	158′

(Deze cijfers geven het gemiddelde uit 6 proefreeksen).

Bij deze cijfers valt het volgende op te merken:

De 1e serie, met object 1 uitgevoerd, geeft niet het uiterste weer, wat waargenomen kan worden. De lichtsterkte kan hierbij nog eenigszins dalen zonder dat de zichtbaarheid van het object wordt opgeheven. Men vindt dan evenwel het object 1 niet meer onderscheidbaar op 2—5 c.M. afstand van het centrum, maar alleen in de onmiddellijke omgeving van het fixatiepunt. Het verschil is echter gering; maar het wijst er op, dat de gezichtsscherpte van het kleinste centrum iets grooter is dan van de naaste omgeving.

Dit daargelaten vindt men een veldje met nagenoeg maximale gezichtsscherpte, dat eene horizontale afmeting heeft van pl. m. 8 cm. (55′) en eene verticale van pl. m. 4,5 c. M. (31′). Vandaar neemt de gezichtsscherpte naar de peripherie toe zeer regelmatig af. Eene kleine onregelmatigheid in de daling voor object 3 — de grens ligt dichter bij 2 dan bij 4 — kan aan waarnemingsfouten hebben gelegen of wel eene oorzaak in de fovea zelf hebben. Vergelijkt men met het gevonden veldje de grootte der fovea centralis, zoo is te zien, dat op den rand der fovea de gezichtsscherpte tot op de helft gedaald is.

Vergelijkt men de *tafels van Snellen* met de gevonden waarde, zoo zal men de *gelijkwaardigheid der elementen in het door de grootste letter in beslag genomen gebied nog juist kunnen aannemen.* Voor grootere objecten kan dit niet meer, gelijk het ook niet door Snellen geschiedt. Wenscht men de formule $V = \frac{d}{D}$ toepasselijk te maken op gezichtsscherpten kleiner dan $^1/_{60}$ zoo zal men dit kunnen bereiken door *vereenvoudiging der objecten.* Vervangt men de driebeenige haakfiguren door tweebeenige zoo zal men onder denzelfden hoek kleinere gezichtsscherpten kunnen meten. Proeven zullen hebben uit te maken, of daarin een voordeel is gelegen.

Proeven bij zwak kunstlicht (niet photometrisch bepaald), zonder kunstpupil.

	Object 23:	driebeenig	—	tweebeenig.
Diafr.				
12.5	stilst. toestel	zichtbaar		onzichtbaar.
	bij $^1/_4$ sec.	on „		„

17.68	stilst.	duidelijk	onduidelijk.
	1/4 sec.	zichtbaar	onzichtbaar.
25.	stilst.	duidelijk	minder.
	1/4 sec.	„	„
35.	stilst.	„	„
	1/4 sec.	„	„
100.	stilst.	indrukken	gelijk.
	1/4 sec.	„	„
	Object 25.		
6.25	stilst.	herkenbaar	onzichtbaar.
	1/4 sec.	onzichtbaar	„
8.84	stilst.	duidelijk	minder.
	1/4 sec.	herkenbaar	onzichtbaar.
	Object 26.		
6.25	stilst.	zichtbaar	onzichtbaar.
	1/4 sec.	onzichtbaar	„
	Object 27.		
100.	1/4 sec.	part. zichtb.	geheel zichtb.

(De enkele haak is niet duidelijker dan het zichtbare gedeelte der driebeenige).

Object 26.

geen verschil in duidelijkheid bij 1/4 sec.

Object 25.

bij 1/4 sec. evenmin eenig verschil in duidelijkheid (150).

Deze proeven leeren, dat het *gebruik der tweebeenige haken geen voordeel* zoude opleveren. De ongetwijfeld bestaande meerdere gemakkelijk van perceptie der kleinere figuren wordt meer dan opgeheven door de grootte der driebeenige haken.

Compensatie van lichtsterkten en lettergrootten.

Bij het zoeken naar de grootste letter, waarvoor eene evenredige ondersteuning door de lichtsterkte

bestaat, moet op de lichtsterkte zeer nauwkeurig worden achtgegeven. We hebben reeds vroeger vermeld, hoe we het verkrijgen eener lichtsterkte van bekende en gewenschte sterkte hebben bereikt. Bovendien moet worden gezorgd, dat geene waarnemingen geschieden vóór het oog geheel aan de verlichting van het lokaal is geadapteerd. Door deze regeling mochten we verwachten, dat de eenige wisselende momenten waren: objectgrootte en lichtsterkte. We lieten naar verkiezing de lichtsterkte stijgen of dalen en bepaalden, bij welke verlichting de verschillende objecten nog juist herkenbaar waren. We werkten met voordacht niet bij korten expositietijd.

Uitgangspunt der verlichting bij diafr. 100 = 15.1 M.K. De verschillende diafragmata beantwoordden aan de volgende lichtsterkten:

Diafr.:	lichtsterkte:
100. —	15.1 M. K.
70.	7.55
50.	3.775
35.	1.887
25.	0.94
17.7	0.47
12.5	0.236
8.8	0.118
6.25	0.059
4.4	0.0295
3.1	0.0147
2.2	0.0074
1.5	0.0037
1.	0.0018
0.78	0.0009
0.	0.

I. Proef met kunstpupil (gemiddelde uit 5 reeksen).

Diafr. Zwarte objecten.

	n°.	—	oppervl.		n°.	—	oppervl.	
100	2		18.7	goed	1		13.2	moeilijk
70	4		37.4	„	3		26.4	„
50	6		75.	„	5		52.9	„
35	8		149.	„	7		105.8	„
25	10		299.	„	9		211.5	„
17.7	12		599.	„	11		423.	„
12.5	14		1198.	„	13		846.	„
8.8	16		2396.	„	15		1692.	„

II. Proef met en zonder kunstpupil.

Diafr. Kunstpupil. — vrij oog.
Zwart object.

	n°.	—	oppervl.		n°.	—	oppervl.	
100	1		13.2	moeilijk	1		13.2	goed.
70	3			„	3			„
50	5			„	4			„
35	7			„	5			„
25	9			„	6			„
17.7	11			„	7			moeilijk.
12.5	13			„	8 < 9			goed.
8.8	15		1692.	„	9			„
6.2	0				10 < 11			„
4.4					12		599.	goed.
3.1					$\frac{1}{\infty}$			
2.					0			

III. Proef met lichte figuren met kunstpupil (151).

Diafr.	n°.	—	oppervl.		n°.	
100.	13		846.	goed	12	foutief.
70.	15		1692.	„	14	„
50.	17		3385.	„	16	niet.
35.	20		9575.	„	19	foutief.
25.	24		38298.	moeilijk.		

IV. Proef onder dezelfde voorwaarden.

Diafr.	n°.	oppervl.	
100.	12	599.	goed.
70.	14	1198.	„
50.	16—17	2396—3385.	„
35.	20	9575.	„

V. Proef zonder kunstpupil.

Diafr.	Lichte objecten.	
	no.	oppervl.
100.	> 7	> 105.
70.	8	149.
50.	9	211.
35.	11	423.
25.	13	846.
17.7	15	1692.
12.5	17	3385.
8.8	21 < 22	13540 < 19149.
6.2	> 24	> 38298.
4.4		

Uit *proef I* is eene evenredige ondersteuning voor objectgroote en lichtsterkte te herkennen. Grootere objecten op deze wijze te onderzoeken gelukte niet, daar de verlichting daarvoor te zwak zoude zijn geworden, hetgeen eene perceptie met het centrum foveae ondoenlijk had gemaakt.

Proef II toont, dat het gebruiken van eene kunstmatige pupil geen overbodige voorzorg is geweest. Zonder zoodanige pupil daalt de gezichtsscherpte veel langzamer.

Voor het onderzoek van grootere figuren dienden *proef III en volgenden*. Hieruit blijkt, dat voor objecten van de grootte van 2396—3385 m.M² de evenredige ondersteuning begint op te houden. Voor grootere figuren moet meer licht worden toegevoegd ter verkrijging van hetzelfde effect, of moet een grooter object worden gepresenteerd tot vergoeding van het

tekort aan licht. Ook hier ligt object 19 (Snellen 60) op de grens.

Zelfs uit *proef V* is de evenredige ondersteuning te herkennen, al is ze uitgevoerd zonder kunstmatige pupil. Dat dit uit proef II niet duidelijk was moet hieruit worden afgeleid, dat bij de grootere lichtsterkten bij snel wijder wordende pupil relatief kleiner objecten worden waargenomen, waarvoor de verstrooiingscirkels kunnen storen. Bij het waarnemen der grootere objecten is de pupil blijkbaar maximaal wijd en storen de verstrooiingscirkels voor alle objecten in dezelfde verhouding.

Compensatie van object-grootten en expositietijden.

Proef met kunstpupil. Verlichting 40 M.K.

Tijd.		Zwart object.		
		nº.	oppervl.	
1/1536	sec.	24	38298	als schim herk.
1/768	,,	22	19149	herk.
1/384	,,	18	4787	onduid.
1/192	,,	15	1692	herkenb.
1/96	,,	13	846	,,
1/48	,,	11	423	,,
1/24	sec.	9	211.5	herkenb.
1/12	,,	7	105.8	,,
1/6	,,	5	52.9	,,
1/3	,,	3	26.4	,,
2/3	,,	1	13.2	,,

(de hierbij gebruikte tijden hadden voor de herkenning iets korter kunnen zijn. (152).

Bovenstaande cijfers doen eene *evenredige ondersteuning zien voor objecten, kleiner dan object 18*, ongeveer als bij de vorige proeven.

Al deze proeven toonen, dat de foveale elementen

een eigenschap bezitten, die hen in staat stelt elkaars werking te ondersteunen. Dat het werkelijk de kegels zijn, waardoor deze werking tot stand komt, zullen die proeven moeten aantoonen, die onderzoeken of eene evenredige ondersteuning voorkomt voor prikkels, waarvan de uitgebreidheid kleiner is dan die van een enkel kegeloppervlak.

HOOFDSTUK IV.

Onderzoek naar de verschijnselen van ondersteuning bij zeer kleine objecten in verband met de kegelgrootte.

Het gebruik van grootere lichtsterkten zal in staat stellen de verschijnselen van evenredige ondersteuning aan kleine objecten te onderzoeken. Tevens zal de grootte der kegels hierdoor kunnen worden gevonden; omdat genoemde ondersteuning voor beelden kleiner dan een kegeloppervlak zal moeten ophouden. Hierdoor is eene gelegenheid gegeven controle uit te oefenen op de gezichtsscherpte-theoriën.

We hebben vierkante blokjes (zwarte) geconstrueerd van onderstaande grootte, en die op hetzelfde witte papier geplakt als de vroegere objecten.

Zwarte vierkanten:

N°.	mM.'s	hoek	oppervl.
1	1.818 (1.8)	18.″75	3.30
2	2.162 (2.1)	22″.3	4.70
3	2.571 (2.6)	26″.5	6.60
4	3.057 (3.1)	31″.5	9.35
5	3.636 (3.6)	37″.5	13.20
6	4.324 (4.3)	44″.6	18.70
7	5.145 (5.1)	53″.	26.45
8	6.115 (6)	63″.	37.40

9	7.273	(7.25)	75″.	52.90
10	8.650	(8.6)	89″.	79.70
11	10.285	(10.3)	106″.	105.80
12	12.23	(12.25)	126″.	149.60
13	14.54	(14.5)	150″.	210.

Proeven met zwarte letters bij kunstlicht (photometrisch bepaald), met kunstpupil, zonder fixatiepunt, 2e oog gesloten.

lichtsterkte.	object.	afstand.	hoek.
5 MK.	nº. 6	5 M.	357″
10 „	„ 4	5 „	252″
20 „	„ 2	5 „	180″
40 „	„ 2	6.5 „	138″
80 „	„ 2	7. „	129″
160 „	„ 2	7.5 „	120″
320 „	„ 2	8 „	114″
640 „	„ 2	8 „	„
1280 „	„ 2	8 „	„
10000 „	„ 2	8 „	„

Dergelijke proef met de zwarte vierkantjes.

lichtst.	object	afstand	hoek.
10640	nº. 1	19.5 M.	19″
4240	„ 1	„ „	„
2000	nº. 1	19.5 M.	19″
1060	„ 1	18.5 „	20″
500	„ 1	16.5 „	22″.8
480	„ 2	20. „	22″.3
240	„ 3	„ „	26″.5
120	„ 4	„ „	31″.5
60	„ 5	„ „	37″.5
30	„ 6	„ „	44″.6
15	„ 8	„ „	63″.
7.5	„ 10	„ „	
3.75	„ 12	„ „	
1.90	„ 14	„ „	

Vergelijkt men deze cijfers met de vermoedelijke kegelgrootte, dan blijkt vooreerst, dat voor letters de evenredige ondersteuning regelmatig doorgaat tot op het punt, waar n°. 2 onder eenen hoek van 180″ wordt onderscheiden (20 M.K.). Zoo men de lichtsterkte vergroot tot ongeveer 300 M.K. heeft nog eene langzame stijging der gezichtsscherpte plaats. Bij nog sterkere vergrooting der lichtsterkte tot 10000 M.K. blijft de gezichtsscherpte constant. Van eene daling bij zeer sterk licht is voor de door ons onderzochte grenzen niets te bespeuren.

Het is nu waarschijnlijk, dat *object 2, gezien onder 180″ het kleinste voorwerp (van dien aard)* is, *waarvoor de wet der evenredige ondersteuning nog doorgaat.* Wanneer men zich herinnert hoe onder dergelijke omstandigheden eene figuur wordt gepercipieerd, nl. dat de waarneming der 2 uiteinden der buitenbeenen voor de herkenning beslissend is, heeft men met groote waarschijnlijkheid aangetoond, dat elke kegel 60″ breed is. Voor den hoek van 180″ zijn 3 gelijke indrukken noodig; dit nu is blijkbaar het geval.

Hoe het komt, dat hetzelfde object onder nog kleineren hoek kan worden herkend in de verschillende standen toont het volgende: De kleinst onderscheidbare hoek is 114″, of 60″ voor den middenkegel en 27″ voor elken buitenkegel. Van de 38″ voor elken indruk komt men slechts 27″ zwart op elken buitenkegel en $2 \times 11 = 22$″ zwart op den middenkegel. Eene dergelijke perceptie is alleen voor een normaal oog mogelijk, en wordt bevorderd door de eigenaardigheid der haakfiguren, dat de zwartheid van het dwarsbeen (het contrast) tegenover de minder contrast bevattende helft gesteld wordt.

Voor de *vierkantjes houdt de evenredige ondersteu-*

ning op bij n°. *6 gezien onder 44.″6.* Schijnt dit in tegen spraak met de onderstelling, dat-een kegel ± 60″ breed is, deze tegenspraak is slechts schijnbaar. Wanneer n°. 6 op 2 kegels wordt gezien, komt op elk 22.″3 zwart. Dit laat nog juist eene waarneming toe. Zoude men zich bij de volgende waarneming (37″.5) eene halveering kunnen denken, zoo is het zeer twijfelachtig, of eene merkbare perceptie nog tot stand zoude kunnen komen.

Dit laatste nu geeft geene directe aanwijzing voor de kegelgrootte; maar door eene wijziging der proeven is hierin te voorzien.

We hebben daartoe dubbelpunten geconstrueerd van hetzelfde zwarte materiaal als de letters. We plakten die zoo op het witte papier, dat de onderlinge afstand gelijk was aan 1 × de punt-doorsnede, 2 ×, 3 ×, enz.

Dubbelpunt	—	Onderlinge afstand.
N°. 1		1 × doorsnede
2		2 ×
3		3 ×
4		4 ×
5		5 ×

Elk punt had 3 m.M. middellijn, zoodat ze onder de volgende hoeken zichtbaar waren:

N°. 1 op 5 M.	= 375″
2	500″
3	625″
4	750″
5	875″

Bij den grootsten afstand, waar ze nog als 2 gescheiden punten konden worden herkend werden ze waargenomen met kunstpupil bij 2500 M.K. We kozen de lichtsterkte zoo groot, ten einde schommelingen in de gezichtsscherpte te vermijden.

N°. 1	zichtbaar op	10.5 M	= 178″
2		14	179″
3		17	184″
4		20	187″.5
5		23	190″

(gemiddelde uit 4 reeksen).

Hieruit is na te rekenen, dat het *geheele proces zich heeft afgespeeld op 3 kegels*, die tezamen juist 180″ beslaan, d.w.z. 60″ voor elk. N°. 1 geeft de kleinst mogelijke waarde, die ternauwernood van 180″ verschilt. Theoretisch zou een onbeduidende hoekverkleining nog mogelijk moeten zijn; maar deze waarnemingen zijn zoo vermoeiend, dat hier de grenzen van het inspanningsvermogen bereikt zijn. N°. 5 geeft den grootsten hoek. Hier valt nog zooveel af van de zwarte punten op den 4^{en} en 5^{en} kegel, dat de 22 à 23″ zwart, welke op kegel 2 en 3 vallen het uiterste geven, wat op deze wijze is waar te nemen. Men vindt hier overeenstemming met de waarnemingen met de enkele vierkantjes.

Door deze proeven komt tevens uit de juistheid van de bewering, dat de *grootte van den „Empfindungskreis overeenkomt met de kegelgrootte;* welke bewering de perceptie der dubbellijnen volgens onze voorstelling mogelijk maakt. De proeven met de dubbelpunten bewijzen, dat elke kegel de waarde heeft van eenen „Empfindungskreis." Als algemeene methode zijn deze proeven onpractisch; omdat ze te veel inspanning vereischen (Aubert). We prefereeren daarom de proeven met de dubbellijn, die op veel gemakkelijkere manier hetzelfde resultaat geven.

Bepaal ik voor mijn oog de grootte van den „Empfindungskreis" met eenen driebeenigen haak, zoo kunnen de gewone gezichtsscherptebepalingen daartoe

niet dienen. Neem ik echter object 5 (5′) zoo waar, dat ik de 3 beenen scherp naast elkander zie, zoo is dit met zekerheid mogelijk op den grootsten afstand van 6 M. (250″). Bij 6¼ M wordt de zaak al twijfelachtig (240″). Op 6 M. afstand krijgt men de volgende voorstelling:

1e 2e 3e
(25 W. + 35 Zw.) (15 Zw. + 45 W) (5 W. + 50 Zw + 5 W

4e 5e kegel.
(45 W + 15 ZW.) (35 Zw + 25W)

op 6¼ M. afstand:

1e 2e 3e
(30 W + 30 Zw.) (18 Zw. + 42 W) (6 W + 48 Zw. + 6 W)

4e 5e kegel.
(42 W + 18 Zw.) (30 Zw. + 30W).

Het laatste geval is misschien nog waarneembaar, omdat de 18″ zwarte prikkel van kegel 2 en 4 nog juist beneden de grens van waarneembaarheid liggen. Het eerste geval is goed denkbaar. Ook deze proeven pleiten zeer sterk voor eene *kegelbreedte van* 60″. Groote schommelingen zijn daarbij in het geheel niet denkbaar.

HOOFDSTUK V.

Het Staafjeszien.

Bij onze proeven zijn we herhaaldelijk op het staafjeszien gestuit. Daar het een normaal verschijn-

sel is, dat beneden zekere verlichting de functie der staafjes in de plaats treedt van die der kegeltjes, heeft het onze belangstelling gewekt te weten, hoe onder dergelijke omstandigheden de perceptie der optotypen plaats heeft.

Wie onder gewone onstandigheden bij verminderde verlichting letters waarneemt zal ternauwernood bemerken, dat er in de wijze van perceptie eenige wijziging is gebracht. De volgende proef moge dit verduidelijken:

I. Proef bij zwak kunstlicht. Diafr. 100 = 15.1 M.K. Adaptatie voor de gebruikte verlichting, zwarte objecten.

Diafr.	Verlicht.	— vrij oog —		kunstpupil.	
8.84	0.118	n° 11	14′8″	n° 15	28′17″
6.25	0,059	13	20′	17	40′
4.4	0.029	15	28′17″	19	56′34″
3.1	0.0147	17	40′	21	80′
2.2	0.0074	19	56′34″	23	113′6″
1.5	0.0037	20	67′16″	25	159′53″
1.	0.0018	21	80′	$\frac{1}{8}$	
0.78	0.0009	22—23	95′—113′	0	
0.	0.				

Bij halveering der lichtsterkten moeten bij de waarnemingen met kunstpupil de letters telkens tot het dubbele worden vergroot; terwijl dit voor waarnemingen met vrij oog ook het geval is behalve voor de zwakste verlichtingen, hetgeen gevoegelijk verklaard kan worden uit de pupilwijdte. Bedenkt men evenwel dat bij bepaalde lichtsterkte de centrale perceptie uitvalt, zoo verkrijgt men eene geheel andere voorstelling.

II. Proeven als boven.

Diafr.	Verl.	— vrij oog —		kunstpupil	
		centraal	paracentr.	centr.	paracentr.
35.	1.88	No. 5		No. 7	
25.	0.94	6		9	
17.7	0.47	7--8		11	(13—14)
12.5	0.24	9		13	14—15
8.8	0.12	11	(13)	15	15
6.2	0.06	13	14	(17)	16
4.4	0.03	15	16		17
3.1	0.015	(17)	17		18
2.2	0.0074		18		20
1.5	0.0037		19—20		22—23
1.	0.0018		21		25
0.78	0.0009		23		$\frac{1}{80}$
0.	0.		0.		0.

(De No's. tusschen haakjes zijn onduidelijk gezien.)

Bij zwakke lichtsterkte verschijnt paracentraal een even duidelijk misschien duidelijker beeld dan men centraal kan zien. Wanneer dit beeld voor het eerst optreedt is moeielijk te zeggen; omdat bij grootere lichtsterkte niet aan te geven is, of men te doen heeft met een kegelbeeld of met een staafjesbeeld. De strijd tusschen centraal kegelbeeld en peripheer staafjesbeeld begint reeds bij $^1/_2$ M.K. Is men op de grens zoo is moeielijk te zeggen, welk beeld sterker is; eene beeldvergrooting maakt nu eens het centrale dan weer het periphere beeld wat duidelijker. Doch al spoedig wordt het klaar, dat *paracentraal een kleiner beeld te herkennen is dan centraal.* Ook valt het direct op, dat het periphere beeld heel spoedig veel zwarter schijnt dan het centrale. Bij grootere lichtverzwakking ziet men centraal niets meer en is alleen het periphere beeld te herkennen.

Dit periphere staafjesbeeld biedt zeer karakteristieke verschillen aan met het centrale kegelbeeld. Behalve dat het mogelijk is peripheer een beeld te herkennen onder kleineren hoek dan het bij dezelfde verlichting kleinst waarneembare centrale, wordt het ook veel sneller herkend. Een bewijs hiervoor is, dat waar voor de centrale beelden bij halveering der lichtsterkten de objectgrootten verdubbeld moeten worden, willen ze zichtbaar blijven, dit in het geheel niet het geval is met de staafjesbeelden. Voor deze daalt de verlichting veel sneller dan de vergrooting behoeft toe te nemen. Een tweede bewijs is, dat de expositieduur korter zijn kan. Waar we voor de grijze objecten twijfelden, of $^1/_4$ sec. lang genoeg was, zoolang het den zuiver centralen indruk gold, voor de staafjesbeelden was dit nooit het geval. Bij $^1/_4$ sec. expositietijd waren ze opvallend gemakkelijker waarneembaar dan de kegelbeelden. Daartegenover staat eene snellere vermoeidheid. Bij strenge fixatie werd het staafjesbeeld veel sneller onzichtbaar dan het centrale beeld.

We hebben ons ook de vraag gesteld, *hoe deze staafjesbeelden worden gepercipieerd met of zonder oogbewegingen.* We hebben de objecten (tot 379′ toe) hierop onderzocht, en in de wijze van perceptie niet het allergeringste verschil kunnen aantoonen met die der kegels. Bij $^1/_4$ sec. expositieduur en strenge fixatie waren zelfs de grootste uiterst gemakkelijkherkenbaar. Oogbeweging was niet een middel om de perceptie te verbeteren, wel om ze slechter te maken. We vonden hetzelfde voor de staafjes, wat we voor de kegels bemerkten, dat een grooter beeld minder tijd noodig heeft dan een kleiner. We beschouwen dit weder als een bewijs, dat de retina, ook waar het de

waarneming met staafjes geldt, de hulp der oogbewegingen niet inroept.

Grootte van het centraal defect bij zeer zwak licht.

Ten slotte wenschen we te weten, welk gedeelte der fovea bij zwak licht blind wordt.

III. Proef als boven — vrij oog- en fixatiepunt, zwarte objecten.

Diafr.	Verl.	
6.25	0.06	geen defect.
4.4	0.03	„ „
3.1	0.015	„ „
2.2	0,0074	(19 = 56′34″) twijfelachtig.
1.5	0.0037	23 = 113′ verdwijnt.
1.	0.0018	„ „
0.78	0.0009	24 = 134′30″ „
0.	0.	„ „ (behalve bovenrand).

We zien hieruit, dat zich bij eene verlichting van 0,0074 M.K. een centraal defect begint te ontwikkelen Het is hier zeer twijfelachtig, of object 19 nog wel centraal kan worden gezien. Object 20 verschijnt dan reeds met doffe kern. Langzamerhand wordt het defect grooter, zoodat ten slotte object 24 geheel eene plaats daarin vindt.

Ontleedt men nu het defect in de verschillende richtingen, zoo. kan men eene merkwaardige waarneming doen. Naar:

boven	is iets herkenbaar van obj.	24
beneden	„	24—25
binnen	„	25—26
buiten	„	27

Dit beteekent, dat het *juist de fovea* is *die is uitgevallen*. Het merkwaardige is hierin gelegen, dat men van object 27 alleen datgene herkent, wat bij cen-

trale perceptie van hetzelfde no. (de bleeke figuur) ontbreekt.

Wat centraal en zonder oogbewegingen wordt herkend kan juist in het defect plaats vinden.

Wanneer men nu onderzoekt hoe deze rand wordt waargenomen, zoo leeren de proeven met korten expositietijd onmiddellijk, dat ook dit zonder beweging geschiedt.

Nu rest nog de vraag, welke elementen het zijn, die de perceptie bewerkstelligen in het gebied, gelegen in de periphere foveazone.

Het centrale defect is eerst zeer klein. Zijn het nu periphere, foveale kegels, welke bij zwakkere verlichting prikkelbaar blijven dan de centraalste, of zijn het staafjes, die eene tusschenplicht vervullen, zoolang de extrafoveale staafjes hunne lichtgevoeligheid nog niet bezitten?

We hebben dit op 2 wijzen nagegaan. We hebben met voor duisternis geadapteerd oog nagegaan, welke verschijnselen zich voordoen bij het bekijken van het roode object 19 bij zwakke verlichting. We hebben verder nagegaan, welke verschijnselen zich voordoen, wanneer men met voor gemiddeld daglicht geadapteerde oogen dezelfde roode letter bij zwak licht begint te bekijken, terwijl zich langzamerhand volkomen adaptatie voor duisternis ontwikkelt.

I. Proef bij kunstlicht. Diafr. 100 = 15.1 MK.. met vrij oog, adaptatie voor duisternis.

Verl.	centr. fov.	periph. fov.	periph.
0,0037	blind	blind	zwart beeld.
0.0074	„	rood	„
0.0147	rood	rood	„
0.0295	rood	rood	rood.

II. Proef als boven. Adapt. voor gemidd. daglicht,

Met diafr. O. was object rood 19 nog zichtbaar, proef namiddags uitgevoerd (154).

Diafr.	tijd.	centr. fov.	periph. fov.	periph.
8.84	direct.	nihil.	nihil.	nihil.
na eenige	sec.	zwak rood	rood.	dof.
„	„ min.			zwart beeld.
4.43	direct.	nihil.	nihil.	nihil.
na eenige	sec.	zeer zwak. rood.	zwak. rood.	dof.
„	„ min.	twijfelachtig.		zwart beeld.
3.1	direct.	nihil.	nihil.	nihil.
na vele	sec.	blind.	twijfelachtig.	dof.
„	„ min.	„	rood.	zwart.
2.2	direct.	nihil.	nihil.	nihil.
na vele	sec.	blind.	zwak zwart beeld.	zwart beeld.
„	„ min.	„	„	„
1.56	direct.	nihil.	nihil.	nihil.
na paar	min.	blind.	zwak zwart.	zwart.
		(defect > obj. 19)		
na vele	„	„	„	„
0.78	direct.	nihil.	nihil.	nihil.
na paar	min.	blind.	zwak zwart.	zwart.
„ vele	„	„	„	„

(het zwarte beeld in de fovea-peripherie verschijnt merkbaar eerder dan paracentraal.)

O. na paar	min.	blind.	blind.	zwart.

Deze proeven geven slechts eenige geringe *aanduiding*, *dat de kegeltjes niet allen tegelijk uitvallen*, en *dat de mediale staafjes eerder in functie treden dan de laterale*. Te beslissen of het staafjes zijn, die in de foveaperipherie medewerken, is daarom zoo moeielijk, omdat het ten slotte zeer twijfelachtig is, of datgene wat zichtbaar is rood moet genoemd worden of niet. Hoe het ook zij, er wordt uit bevestigd, dat de elementen der foveaperipherie eene andere prikkel-

baarheid vertoonen dan de extrafoveaal gelegene, zooals door andere onderzoekers is gevonden.

Over den *vormenzin der staafjes* zijn nog betrekkelijk weinige proeven verricht. Die van von Kries, König, Fick, Bloom-Garten wijzen als de onze op eene grootere onafhankelijkheid der staafjes van de lichtsterkte dan de kegeltjes vertoonen. Waar von Kries voor zijne staafjes nog eene gezichtsscherpte van $^1/_4 - ^1/_5$ vindt bedraagt deze voor mij hoogstens eveneens $^1/_4$.

Met kunstpupil schijnt voor mij ongeveer bij $^1/_4$ M.K. de functie der staafjes te beginnen, met vrij oog ongeveer bij $^1/_{16}$ M. K.

HOOFDSTUK VI.

Conclusies.

I. Het herkennen van letterfiguren is eene functie van het netvlies en niet van de oogspieren of van beide.

Het is, hoop ik, gelukt aan te toonen, dat de waarneming der optotypen als toetssteen van den vormenzin zonder de hulp der oogspieren *kan* en ook *moet* geschieden. Slechts zoo is het feit verklaarbaar, dat een object reeds als geheel is waargenomen, eer de tijd voor de waarneming van een enkel onderdeel is verstreken.

Deze opvatting geldt niet slechts voor het centrale zien, ze geldt ook voor het extrafoveale staafjeszien.

II. De proeven bevestigen de meening van Parinaud, v. Kries, enz., dat het zien met voor duisternis geadapteerde oogen geschiedt met netvlieselementen, welke andere eigenschappen bezitten dan de kegeltjes.

De kegeltjes vallen bij daling der verlichting niet allen tegelijk uit en worden niet door alle staafjes tegelijkertijd vervangen. De staafjes en kegeltjes uit de foveaperipherie vervullen hierbij eene tusschenrol.

III. De formule van Snellen $V = \frac{d}{D}$, gebaseerd op de perceptie der optotypen met onbeweeglijk oog, op de gelijkwaardigheid der centrale foveaelementen, en op het onderscheid tusschen een minimum visibile en een minimum separabile, is volkomen rationeel.

De laatste onderscheiding beslist, dat de formule niet mag gelezen worden $V = \left(\frac{d}{D}\right)^2$. Het minimum-separabile vormt den grondslag der lijnoptotypen, en laat slechts de lineaire maat toe.

IV. Een gezichtsproef, die het herkennen van een dubbelpunt tot grondslag heeft, meet meer volkomen den vormenzin dan de proef, uit een enkel punt bestaande.

Immers het oordeel over richting in een object is door een enkel punt niet te vormen. Het onderscheiden van 2 punten ten opzichte van elkaar eischt eenen grooteren gezichtshoek dan het onderscheiden van een enkel punt. De tijd, noodig voor het onderscheiden van een dubbelpunt, is langer dan die, noodig voor het herkennen van een enkel punt.

V. De proeven hebben de voorstelling bevestigd, dat een kegel ongeveer 60″ (0.0044 mM.) groot is, dat elke kegel slechts eenen enkelen indruk vermag te geven, dat vormenzin aan meer dan één kegel gebonden is, dat elke kegel de waarde heeft van eenen „Empfindungskreis."

VI. De theoretisch juiste bepaling van den vormenzin door middel van een dubbelpunt is technisch onuitvoerbaar. De bepaling kan zonder nadeel worden

vervangen door middel van lijnproeven. Wetenschappelijk mag daarvoor slechts dienen de dubbellijn (enkele haak) of de driebeenige haak waarvan het middenbeen niet mag zijn ingekort.

Praktisch is men zeer vrij in het kiezen der optotypen. Diegene, welke het meest in de praktijk voldoen zijn de besten. Het bestaan van sterker of minder sterk gebogen lijnen, het voorkomen van lijnen onder verschillenden hoek tegen elkaar geplaatst, maakt ze niet onbruikbaar. Het principe der dubbellijn er in te bewaren zal gewenscht blijven.

VII. Bij normaal zien kan men zich oriënteeren alleen door middel van het netvlies. De oogspieren nemen daarbij de taak der netvliesperipherie niet over. De kennis van de periphere netvliesbeelden wordt aangevuld uit herinneringsbeelden. Het hangt geheel van de eischen af, die aan de retina worden gesteld, welk gedeelte aan de directe waarneming deelneemt.

VIII. De grootte der fovea centralis wordt bepaald door de vaatlooze ruimte in het netvliescentrum.

AFDEELING IV.

Aanteekeningen.

2. Volkmann (Neue Beitr.)
4. Guillery (Pflüger 75 S. 512).
5. Aubert (Phys. d. Netzh. S. 234).
6. Snellen-Landolt (Gr.-Saem. 1e Aufl. S. 1).
9. Landolt (13e Congres).
10. Guillery (Pflüger 75, Arch. f. A. 28, Zeitschr. f. Psych. 13).
11. Guillery (Arch. f. A. 28) Katz. (Arch d' ophth. 16).
13. Javal (Ann. d' Oc. 109) Ole Bull (Graefe 27).
14. Mauthner (S. 123).
16. Volkmann (Wagner), Groenouw, e. a.
17. Wolffberg (Beiträge).
18. Donders (Graefe 18).
19. Badal, Bordier.
20. Onderzoekingen hieromtrent hebben we vooral te danken aan Knapp, Gullstrand, Mauthner, Landolt, Bordier Badal, Lagrange.

Bordier heeft duidelijk doen uitkomen, onder welke omstandigheden gelijkheid der netbliesbeelden voor emmetrope en gecorrigeerde ametrope oogen is te verkrijgen.

„L' image rétinienne que produit un même objet

„placé à une même distance est de même grandeur „dans l'oeil emmétrope et dans l'oeil amétrope (pour „l' amétropie d' axile) muni de son verre correcteur, „quand celui-ci est dans le plan foecal de cet oeil. „Dans les amétropies de courbure les images rétinien- „nes des objets sont égales à celles fournées dans les „mêmes conditions dans l' oeil emmétrope ; mais „seulement, quand le verre correcteur touche la cornée. „Si le verre correcteur de chaque amétropie n'est „placé dans le plan foecal antérieur de l'oeil (pour „l'amétropie d'axile) et n'est pas placé tout près de „la cornée (dans l'amétropie de courbure) il n'y „aurait plus égalité des images rétiniennes. Quelle „que soit la valeur de la myopie d'indice il fau- „drait pourque l'égalité des images rétiniennes soit „obtenue, placer le verre correcteur au centre op- „tique de l' oeil, ce qui est évidemment une impos- „sibilité. Dans les cas de l'hypermétropie et de „myopie d'indice on arrive au résultat que le verre „correcteur ne produira jamais sur la rétine de l'oeil „des images égales à celles de l' oeil amétrope."

Uit de onderzoekingen van Mauthner (S. 182 etc.) blijkt, dat de gelijkheid der netvliesbeelden gepaard gaat met de gelijkheid der netvlieshoeken, wat dikwijls betwijfeld is. Mauthner heeft bewezen, dat bv. voor eene as-myopie het 1e knooppunt niet verplaatst wordt, wanneer zich het corrigeerende glas juist bevindt in het voorste brandpunt ; en onder deze omstandigheden is het gecorrigeerde netvliesbeeld even groot als dat van een emmetroop oog zoude zijn geweest. Voor andere oogen is iets dergelijks te constateeren.

Er blijkt tevens uit, dat de vervulling der voorwaarden, voor de plaats der corrigeerende glazen door Bordier gesteld, dikwijls moeielijk of zelfs in het geheel niet te verwezenlijken is. Precies komt er

dit volgens Guilloz niet op aan; hij schrijft tenminste: „Si le verre correcteur de l'oeil amétrope n'avait pas „son point nodal au foyer antérieur et différait seule„ment de quelques m.M's (1—4) de cette position „même pour la vision très rapprochée et dans les „cas d'amétropie considérable il serait impossible de „montrer une inégalité des images rétiniennes pour „les procédés en usage."

Men kan de moeielijkheid vermijden door de acuité vraie en apparente te bepalen, zooals ze door Badal aldus geformuleerd zijn: „Acuité vraie de l'oeil „amétrope est celle déterminée en conservant l'angle „constant, celle qui a cet oeil sans secours de son „verre correcteur, celle qui n'est due qu'à lui seul." „Acuité apparente, lorsque l'amétropie d'un oeil est „corrigée." De volgende formule geeft de betrekking aan, welke tusschen acuité vraie en apparente gedacht wordt. Bordier (p. 89):

$V = Va\ (1 \pm 0.02\ N)$ amétropie axile.

$V = Va\ (1 \pm \frac{5\ N}{15\ N + 1})$ amétropie de courbure.

Hier beteekent N het aantal dioptrieën.

21. Van de vroegere maten noteeren we die van Schwalbe-Müller, welke voor de doorsnede der kegelbases in het centrum foveae opgaven 1.5—2 μ.

Kuhnt en Schultze noemden 2—2.5 μ, Welcker 3.1—3.6 μ, Kölliker ging tot 5,4 μ. Uit de onderzoekingen van Salzer, die door die van duBois-Reymond schenen bevestigd te worden, zoude men moeten afleiden, dat de kegelgrootte meer dan 8 μ bedraagt.

22. Naar de voorstelling van Fritsch bevat het centrum foveae 50—60 smalle kegeltjes zonder tusschenruimten tegen elkaar gelegen. Het grootste gedeelte der fovea bevat kegeltjes, die ongeveer $^1/_3$ grooter zijn en waartusschen zeer enkele staafjes

liggen. Aan den rand der fovea staan de kegeltjes nog verder uit elkaar en zijn ze totaal omgeven door staafjes.

23. Aubert (Phys. Netzh. S. 189).

Aubert (Graefe-Saem. S. 591).

24. „Ein zur Raumempfindung möglichst fein con-„struirtes Organ würde nun offenbar so eingerichtet „sein müssen, dass jedes empfindende Element zugleich „genügte, um seine Empfindung isolirt von den be-„nachbarten Elementen zum Bewusstsein zu bringen, „mithin das was wir physiologischen Punkt ge-„nannt haben zugleich die Dignität eines Empfindungs-„kreises hatte. Es scheint in der That, dass die „Fovea centralis diese Construction hat, da ein phy-„siologischer Punkt in derselben etwa der Grösse eines „Empfindungskreises gleich ist. Ja man würde nach „den Hensen'schen Untersuchungen die Fovea als ein „übercorrigirtes Instrument anzusehen haben, indem „die Distinktionsfähigkeit auf Kosten der Continuität „der empfindenden Fläche vergrössert worden ist." Het laatste kan bij den tegenwoordigen stand der kennis van het netvlies niet meer worden aangenomen.

25. Best: „Der wichtigste Einwand ist der, dass „ein wahrnehmbares Netzhautbild von der Grösse „nur eines Zapfens wohl nicht vorkommt."

26. Guillery (Zeitschr. Phychol 13).

27. Aubert (Phys. Netsh. S. 202):

„Wenn nun einerseits die Wahrnehmbarkeit der „Zerstreuungskreise Ursache ist, dass ein weisses „Objekt auf schwarzem Grunde unter kleinerem Ge-„sichtswinkel gesehen werden kann als ein schwarzes „Objekt auf weissem Grunde, andererseits weisse Ob-„jekte und schwarze Objekte auf grauem Grunde „unter den gleichen Gesichtswinkeln sichtbar werden, „so muss man doch schliessen, dass im letzteren

„Falle jene Ursache weggefallen ist, dass mithin die „Objekte ohne Zerstreuungskreise zur Wahrnehmung „gekommen sind."

Volgens Aubert kan zonder schade het contrast met den achtergrond van 15 tot 43 wisselen. Volgens Groenouw liggen de grenzen bij 13 en 58. Gewone drukinkt behoort in deze rubriek.

28. Cl. du Bois-Reymond (Inaug. Diss.): „Die be- „stimmung der kleinsten erkennbaren Distanzen und „die Anzahl der Empfindungskreise sind zwei ganz „verschiedene Aufgaben."

29. Aubert (Phys. Netzh. S. 210).

30. Aubert (Phys. Netzh. S. 226).

31. Wanneer algemeen zwarte voorwerpen worden gebruikt in de plaats van witte op zwarten achtergrond dient men daarbij te denken, dat het contrast voor deze voorwerpen over het algemeen grooter is dan hetgeen door Aubert als standaard is opgegeven. Als bewijs daarvoor diene, dat het witte punt onder iets kleineren hoek te onderscheiden is dan het zwarte. Wanneer men verder zal vinden, dat het zwarte object als het prikkelende element wordt voorgesteld en de witte tusschenruimte als het niet-prikkelende, zoo is dit natuurlijk onjuist. Maar men gelieve daarbij te bedenken, dat we het hebben gedaan om het object als den actieven prikkel te kunnen voorstellen. Voor het oog is het slechts om prikkelverschillen te doen, en maakt het weinig verschil uit, of de prikkel van de letter of van den achtergrond uitgaat.

32. Vroeger zijn in deze richting vele proeven verricht met dubbelpunten. Aubert b.v. vond als onderscheidingshoek 55″ (Poggend-Annalen 1861 Bd. 115 S. 88) en bij andere proeven meer uiteenloopende getallen. Groenouw vond 1′24.″ Over het algemeen vond men meer dan 60″.

33. Aubert (Phys. Netzh. S. 195).

34. Uhthoff (Rev. gén. 1891 S. 302). Charpentier (Arch. d'ophth. 2):

„Il était admis, que le plus petit intervalle per„ceptible entre deux points lumineux était sur la „rétine d' environ 0.004 m.M. J' ai observé que l'angle „visuel minimum était réduit à une 30″ et plus. „L' opinion classique est donc fausse."

Deze hoek van 30″ geldt nooit voor twee punten, doch alleen voor optotypen. Bovendien kan men hieruit niet afleiden, dat de klassieke opinie verkeerd is, daar Snellen zelf (Maatseenh. bl. 7) heeft uitgesproken, dat „het nooit de bedoeling is geweest aan „den standaardhoek (1′) de waarde van normale of „maximale gezichtsscherpte toe te kennen."

35. Volkmann (Wagner III S. 335).

36. Helmholtz (Phys. Opt. 1e. Aufl. fig. 102).

37. Hering (Sächs. Ges.)

38. Ter wille van volkomen vergelijkbaarheid moet aantal der punten steeds hetzelfde zijn. Bij een gelijk aantal heeft het tellen geen waarde meer, en ontbreekt de controle voor het herkennen.

39. De tweebeenige haken zijn door Steiger, Fick, Seggel aanbevolen, omdat ze gemakkelijker te onderscheiden zijn dan de driebeenige. Dat het verschil niet onbeduidend is, demonstreeren de metingen van Uhthoff (Graefe 36), die de tweebeenige haken onder 4′ 40″ herkennen kan, terwijl hij voor driebeenige 5′ noodig heeft.

40. Parent: „La lisibilité des lettres varie d' ail„leurs beaucoup; elle est de 9 à 16 M. pour les let„tres de même grandeur." Parent verbindt daaraan den raad op eene „échelle optométrique à éliminer „les lettres trop peu lisibles, afin d' avoir des ele„ments à peu près comparables."

. 41. Guillery (Pflüger 75): „Nehmen wir zwei „Bogen von gleicher Gradausdehnung oder von ver- „schiedenem Radius, so wird der Uebergang aus einem „Empfindungskreise im anderen, deren Erregung eine Veränderung der Richtung kundgibt, bei einem klei- „neren Stücke entsprechend der stärkeren Krümmung „viel schneller erfolgen als bei einem grösseren. Wenn „man also mit der Blicklinie über die Contouren „hingleitet, so wird in dem einen Falle die Richtungs- „veränderung viel leichter erkannt werden müssen „als in dem anderen, in welchem Maasse lässt sich „von vornherein gar nicht bestimmen wegen der ver- „schiedenen Ausdehung der gleichfalls betheiligten Emp- „findungskreise." Guillery's conclusie dat: „die Annah- „me die Deutlichkeit der Wahrnehmung gekrümmter „Linien gemessen nach die Grösse der Netzhautbilder „steht im geraden Verhältnisse zum Durchmesser der Krümmung unrichtig ist" mag men niet zonder meer aannemen, zoolang hij de grootte van het net-vliesbeeld niet heeft bepaald met uitsluiting der oog-bewegingen, wat nu zeker niet het geval is geweest volgens de eigen woorden van Guillery.

42. Ook de onderbroken cirkels van Landolt behooren hiertoe, ondanks de verzekering van Landolt, dat ze beter dan de letters het principe van het minimum separabile vertegenwoordigen.

43. Snellen-Landolt, (Gr.-Saem. III S.I).

44. Guillery (Zeitschr. f. Psych. 12.) (Arch. f. A. 23).

45. Snellen Sr. (Maatseenh. bl. 7).

46. Volkmann (Nordmann S 37. noot I): „Die „Hauptschwierigkeit für die Beobachtung liegt in der „Unsicherkeit des Urtheils, und es bleibt auch hier „wie bei allen derartigen Grenzbestimmungen nur „übrig sich einer möglichst grossen Constanz des Ur- „theils zu befleissigen."

47. Vergelijk aant. 34.

De meening van Charpentier, dat de „opinion classique" verkeerd is, behoeft niet te worden gedeeld, wanneer aan te toonen is, dat de optotypi en de dubbellijn niet gelijkgesteld mogen worden. We staan niet meer op het standpunt van Helmholtz, (noot 1) die uit de onderlinge zichtbaarheid van twee lijnen geene conclusies wilde trekken met het oog op den bouw der retina; ook niet meer op het standpunt van Aubert (noot 2), die bij de voorstelling lijn de bewegingsfunctie te hulp roept. Voor de optotypi kan men wel degelijk verband eischen tusschen de waarneming en den netvliesbouw.

Wanneer men uitgaat van het standpunt, dat de kleinste waarde van den Empfindungskreis 60″ bedraagt, hoe kan men zich dan voorstellen, dat een normaal oog eenen onderscheidingshoek van 30″ en minder (met dubbellijnen) nog zou kunnen waarnemen. Dit is ook onjuist. Voor mijzelf bv. bedraagt de onderscheidingshoek voor letters tot 30″, voor driebeenige haken zelfs tot 20″, voor dubbellijnen slechts 40.″ Berekent men den hoek, die met kegels van 60″ niet meer kan worden waargenomen, zoo blijkt dit te zijn een hoek van 36.″ Met lijnen ter breedte van dezen hoek wordt de middenkegel voor $^3/_5$ geprikkeld door den witten indruk, ter weerszijden $^1/_5$ door den zwarten indruk. De naastliggende kegels worden elk voor $^2/_5$ geprikkeld door zwart. Bij eene dergelijke voorstelling is onderscheiding van wit en zwart niet meer mogelijk; immers elk der 3 kegels wordt voor $^3/_5$ door wit en voor $^2/_5$ door zwart geprikkeld. Is de hoek iets grooter, zoo zal het slechts van de gevoeligheid der kegeltjes afhangen, of het verschil in prikkelsterkte groot genoeg is voor de waarneming. Bedraagt de kleinst waarneembare hoek voor mij 40″,

zoo zal deze voor een normaal oog niet veel grooter kunnen zijn, aangezien V > 3 voor haken niet meer normaal gerekend mag worden. We moeten dus aannemen, dat een onderscheidingshoek van 30″ voor dubbellijnen tot de onmogelijkheden behoort en dat, waar hij bestaat voor letters, enz., daarbij een nieuw moment in functie is getreden.

Noot 1 : Helmholtz (Phys. Opt. 2e A. S. 257) „Kann „aus seinen Linienversuchen nichts anderes schliessen, „als dass es auf der Netzhaut parallele Reize licht-„empfindender Elemente gibt, für welche die Mittel-„linien der Reihen ein weniger als 0.00463 mM. von „einander abstehen."

Noot 2 : Aubert (Phys. Netzh. S. 235) „Dass ver-„mittelnde Glied zwischen Vorstellung und Sinnes „eindruck scheint mir zum Theil in den Bewegungen „unseres Auges liegen zu können, indem wir den in „der Vorstellung gegebenen Linien mittelst des Auges „nachzugehen suchen und so eine Reihe von ungleich „hellen Punkten in bestimmten Richtungen verbinden."

48. Wolffberg (Arch. f. A. 26).

49. Snellen (Maatseenheden).

50. Volgens eene mededeeling van Snellen is de drie-beenige haak gewijzigd, teneinde denzelfden gezichts-hoek te verkrijgen, die voor de letters noodig was.

51. Volgens Bellarminoff zijn de letters 5—10″ tot zelfs 18—20″ grooter dan de opgegeven maat 60″. Hij klaagt er over, dat deze onnauwkeurigheid oorzaak is, dat zoo weinig juiste resultaten verkregen worden. Volgens Steiger beantwoordt geen enkele letter aan de verlangde maat. Dat de letters zonder stoornis voor de zichtbaarheid vrij groote schommelingen harer lijn-dikten kunnen verdragen is aangetoond door de metin-gen van Groenouw, Guillery (Arch. f. A. 28), Reche.

52. Guillery (Arch. f. A. 35, Pflüger 66 en 75).

53. Guillery (Arch. f. A. 23).

54. Aubert (Phys. Netzh. S. 262).

55. Vierordt (Graefe 9).

56. Guillery (Arch. f. A. 23 en 31).

Javal (Ann. d' Oc. 79 en 80).

57. Donders (Graefe 9).

Leber (Graefe 43) noemt de methode van Vierordt „unbequem und theoretisch unrichtig".

58. Giraud-Teulon (p. 249).

59. Snellen (Gr. Saem. III S. 52) noemt alles wat buiten de macula lutea gelegen is peripheer.

60. De grootte der macula lutea is rechtstreeks bepaald door Kölliker, Krause, enz. (geciteerd door Helmholtz. Phys. Opt. 1e Aufl. S. 22) aan uitgesneden oogen; door middel van den oogspiegel; entoptisch (Charpentier. C.R. 126). De horizontale doorsnede bedraagt gemiddeld 2 m.M., de vertikale 1.5 m. M.

61. Aubert (Gr.—Saem. II S. 585) spreekt de meening uit, dat het scherp gefixeerde beeld binnen de fovea valt.

62. Leber geeft als horizontale maat voor de fovea op 0.5 m. M., Vierordt (Grundriss Phys). 0.25, Guillery (Pflüger 66) 0.2—0.3, Kuhnt 0.12—0.3, Kölliker (Helmholtz. Phys. Opt. S. 22) 0.18—0.225 m.M.

Eene voorstelling over vorm en grootte der fovea wordt nog gegeven door Kallius. Zeer nauwkeurige maten zijn genomen door Dimmer aan 10 oogen. Zijn grootste maat, die zelden zoude voorkomen is 0.7 m. M.

63. Schirmer: „Der gelbe Fleck ist dennoch keine gefässlose Stelle, wie es fast allgemein beschrieben wird." Deze meening wordt door Johannides bestreden. Leber bewijst weder, dat „die gefässlose Stelle „in ihrem Durchmesser der Fovea centralis entspricht „und nicht der Macula lutea."

64. Norton neemt de beweging der bloedlichaampjes

waar „qui fait défaut autour du point de fixation cor „respondant à la macula lutea." Door Purkinje (Helmholtz, Phys. Opt. S. 23) zijn hieromtrent uitvoerige waarnemingen verricht.

65. Becker Diss. Burow.

66. Koster (geciteerd door Schoute) geeft op, dat op 0,5 m.M. de kegels uitsluitend voorkomen en op 0.8 m.M. overwegen.

67. Parinaud, von Kries, Guillery (Pflüger 66 en 70).

68. Von Kries und Nagel (Zeitschr. f. Psych. 23): De grootte van dit veldje bedroeg 107′ horizontaal en 81′ verticaal. „Innerhalb dieser Grenzen war es „nicht möglich, das sogenannte Purkinje'sche Phä„nomen auch nur andeutungsweise zu erzeugen." 107′ = 0.47 m.M.

69. Groenouw.

70. Nagel: „In einem normal gebauten emme„tropischen Auge bleibt die Refraktion weit nach die „Peripherie hin dieselbe wie in den centralen Regionen „und wird erst in der Nähe des Aequators bulbi „hypermetropisch." Directe metingen van Aubert en „ook van Landolt en Nuël hebben bewezen, dat „das „auf die hintere Fläche des enucleirten Kaninchen„auges durchschimmernde Bild auf den Seitentheilen der Sclera noch deutlich zu erkennen ist."

Landolt besluit, dat de geringere onderscheidbaarheid voor vormen bij het indirecte zien niet berust op onvoldoende lichtsterkte der periphere netvliesbeelden; want dat zwak verlichte centrale beelden niet zoo slecht gezien worden als sterk verlichte beelden.

71. Leber: „Das sogenannte innerste Centrum ist „die Stelle des deutlichsten Sehens. Sie wird vielleicht „bloss einen Punkt ausmachen, der sich aber functio„nell nicht bestimmen lässt, sondern der eben nur

„auf den subjektiven Gefühl, den Vollgefühl des deut-„lichsten Sehens beruht," (Graefe 15–3—72.)

72. Schadow, Butz (Diss): „Die die fovea centralis „zunächst umgebenden Punkte haben nahezu gleiche „Sehschärfe, und weichen hierin weniger von einander „ab als mehr peripherisch gelegene Stellen." Dobrowolsky-Gaine (S. 411): „Die Sehschärfe nimmt „schon an dem gelben Fleck selbst unmittelbar von „der Fovea centralis des gelben Fleckes aus in der „Richtung nach seinen Umfang ab."

73. Burchardt: $^1/_4 - ^1/_3{}^0$ centraal is gelijkwaardig. $^1/_2{}^0$ uit het centrum bedraagt de gezichtsscherpte niet meer dan $^4/_5 — ^1/_2$. Leber vindt op 0.4 m.M. overal S = $^1/_1$. Becker (Diss.) ziet $^1/_2{}^0$ peripheer met optotypen van Schweigger nog slechts $^3/_4$.

74. Guillery (Arch. f. A. 35 en Pflüger 66).

75. Guillery (Zeitschr. f. Psych. 12): „Die Unter-„stützung besteht nicht nur für die unmittelbar an „einander grenzenden Elemente, sondern auch für „räumlich getrennten."

76. Charpentier (Arch. d'Ophth. 2, C.R. 92 en 95) — Lehmann — Giraud-Teulon — Ricco — Ole Bull (Graefe 27) — Guillery (Arch. f. A. 31) — Asher-Wolffberg (Graefe 31).

77. Exner (Pflüger 73 S. 140).

78. Guillery (Arch. f. A. 28): „Solches Gesetz ist für „den Formensinn niemals zu finden, existirt nicht."

79. Cohn (Arch. f. A. 31): „Unser Auge ahnt selbst „gar nicht die Differenzen im Tageslicht, welche das „Photometer aufdeckt. — Auf die Untersuchungen „bei Tageslicht lege ich gar keinen Werth, obgleich „bei jeder Probe das Tageslicht gemessen wurde."

80. Men heeft slechts in de dissertatie van Piekema diagram 7 op te zoeken, om te ontwaren, dat daarop eene eenvoudige betrekking moet uitgedrukt staan.

81. De objecten, die nog met de kegeltjes worden herkend, zijn betrekkelijk klein. Uit de lijnen door König aangegeven kan men afleiden, dat de werking der staafjes begint, wanneer de objecten de grootte van ongeveer 33′ hebben bereikt. Deze grootte komt vrijwel overeen met de getallen van Charpentier, Burchardt en Exner. Uit de lijnen van Piekema (de niet gepubliceerde), waarin de werking der staafjes bij 0.0078 M.K. schijnt te beginnen, kan men een object van bijna 100′ afleiden.

82. Wel is van eenige zijden beweerd, dat de verhouding niet zoo eenvoudig is. Wat men vindt hangt daarvan af, of men zich met de fovea alleen bemoeit of met de geheele retina. Voor de geheele retina zal de eenvoudige verhouding waarschijnlijk niet gelden, wel daarentegen voor de fovea alleen.

83. Uit proeven van Bordier is duidelijk te herkennen, hoe sterk bij daglicht eene kunstmatige pupilverwijding den visus vermindert.

85. Guillery (Arch. f. A. 28).

86. Aubert (Phys. d. Netzh. S. 260).

Seyfert: „Die exacteste Auffassung solcher Formen „(Dreiecke) erfolgt so, dass das Auge die Figur im „Ganzen vor sich sieht und sich auf der Umriss-„linie hinbewegt. Dieser Perceptionsart am nächtsten „kommt diejenige, bei der die blosse Augenbewegung „ohne Gesichtseindruck vorhanden ist. Bei geübten „Personen steht diese Auffassungsart der ersten an „Exactheit nicht nach." Zijne conclusie luidt, dat „das Entscheidende für die exacte Auffassung der „Formen die Augenbewegung ist." Deze conclusie kan niet zonder meer aanvaard worden, daar Seyfert slechts met betrekkelijk groote objecten heeft gearbeid.

87. Wundt: „Ob die Bewegungsempfindung die „extensive Eigenschaft besitzt kann uns die Erfahrung

„niemals unterrichten, weil sie niemals isolirt vor„kommen." — „Das Sehorgan ist Empfindungs- und „Bewegungsorgan zugleich, indem die Gesichtswahr„nehmung durchaus als ein gemeinsames Product dieser „beiden Functionsrichtungen betrachtet wird". — „Nicht aus dem Netzhautbilde, nicht aus dem Bewe„gungsbilde allein, sondern nur aus beiden in ihrer „gesetzmässigen Wechselwirkung können die Erschei„nungen des räumlichen Sehens erklärt werden." — „So bald wir einer jener beiden Componenten allein „schon die räumliche Eigenschaft zuschreiben so ver„wickeln wir uns in Widersprüchen mit der Erfahrung."

88. Schucking Kool: „In andere gevallen zooals bij „de schatting van kleine lengten op grooten afstand „en bij de schatting van verticale lijnen met 1 oog, „kan de oogbeweging aan de zekerheid van de waar„neming door middel van het netvliesbeeld schaden, „zoodat het gewicht eener waarneming N. grooter „wordt dan het gewicht eener waarneming N. B."

(N. = waarneming met netvlies. — N.B. met netvlies en oogbeweging).

Blz. 86: „Wanneer met behulp van een kijker, een „punt nauwkeurig midden tusschen 2 andere punten „moet worden ingesteld, erlangt de instelling de grootst „mogelijke zekerheid, indien de 3 punten in eene ver„ticale lijn liggen en de waarnemer met onbewege„lijken blik het middelste punt fixeert."

89. Aubert (Phys. Netzh.) „Man diagnosticirt den „Buchstaben, ohne dass es nothwendig wäre jeden „Punkt desselben zu erkennen."

90. Goldscheider-Müller: „Das Lesen mehrerer Buchstaben geschah bei einer Exposition von 0.01 sec. „wirklich ganz ohne Mühe."

Vierordt (Grundr. Phys. S. 430).

91. Fick (Hermann III. S. 66).

92. Lamare: „Je lis 20 lettres par seconde. La „section comprend donc au moins 10 lettres. L'oeil „restant fixé sur une lettre — l'étendue lisible de 34 „mM. contenant 21.5 lettres — la vraie étendue im- „médiatement visible n'est environ que la moité con- „tenant 10.8 lettres. La plus grande étendue de la „section étant de 20 cM., elle se peint exclusivement „sur la macula".

94. Ritzmann: „Es is hauptsächlich die Bequem- „lichkeit der Blickbewegungen, die durch die Benut- „zung der Kopfbewegungen angestrebt wird". — „Denn „wir vermeiden so die Benutzung der peripheren „Zone des Blickfeldes, innerhalb welcher die Augen- „bewegungen von Störungen der Orientirung begleitet „sind." — „Wir vermeiden starke Ablenkungen des „Auges von der Primärstellung."

95. Ritzmann: „An den seitlichen Bewegungen „des Kopfes betheiligen sich Augen und Kopf in sehr „verschiedener Weise. Selten macht der Kopf dabei „gar keine Bewegung, manchmal macht er den grössten „Theil der Bewegung, während die Augen nur wenig „hin und her oscilliren."

96. Hering. (Phys. Opt. IV. S. 494).

97. Hering (Hermann I S. 437.): „Bei kleinen Ob- „jécten genügt (zum vollständigen Erkennen der „Aussendinge) die blosse Drehung der Augäpfel in „ihren Höhlen. Ist aber das betrachtete Aussen- „dung grösser so benutzen wir behufs der Bewegung „des Blickpuncktes auch Drehungen und Neigungen „des Kopfes."

98. Helmholtz, Hering, Küster, Leroy, Wundt, Guillery, enz.

„Küster: „Durch Bewegungen des Auges, wobei ein „Objectpunkt nach dem anderen auf der Stelle des „deutlichsten Sehens abgebildet wird, lernen wir nun

„zuvörderst die Anordnung der Theile eines ruhenden „Objektes in der imaginären Fläche des Blickfeldes „zu erkennen."

Leroy: De directe en de herinneringswaarneming associeeren zich bij het gewone zien voortdurend. Deze associatie van directe netvliesfunctie en spierfunctie heeft ook plaats bij de waarneming van de kleinste gezichtshoeken.

99. Hering (Hermann) spreekt van de „zweckent-„sprechenden Bewegung des Blickpunktes, wobei wir „vielleicht mehr Uebung haben als in irgend welcher „anderen Bewegung, weil wir kein anderes Organ so „beschäftigen wie das Sehorgan."

De vergelijking der snelheden van oog- en vingerspieren is aan Aubert ontleend.

100. Aubert (Pflüger 40): „Bei Ausschluss ruhen-„der Objekte ist unsere Empfindung der Bewegung eine „höchst unsichere; so dass man einerseits bisweilen fest „überzeugt ist Bewegung zu sehen, wenn keine objek-„tive Bewegung vorhanden ist, andererseits eine recht „lebhafte Bewegung nicht empfindet und überhaupt „nicht bemerkt."

Het Punktschwanken van Exner schijnt me op dezelfde oorzaak te berusten. Charpentier gelooft dit niet (C. R. 102. p. 1155). Mijns inziens bewijzen het feit, dat slechts foveaal waarneembare voorwerpen het verschijnsel van Exner vertoonen, en het feit, dat het wordt opgewekt door de gedachte aan eene bepaalde beweging juist, dat de (onbewuste) oogbewegingen de eenige oorzaak zijn.

101. Landolt: „Nous croyons pouvoir admettre „qu'un oeil n'est guère capable de parcourir un angle „plus petit que 5′.

102. Landolt: „Les yeux ont besoin d'un mo-„ment de repos après chaque épreuve. Nous pouvons

„donc admettre qu'un oeil abandonné à lui-même „pour parcourir un arc de cercle s'arrête un instant „après environ 7—8 °.

103. Fick, Baader, Marbe, Schmidt, Filehne, Schenck, enz.

104. Dat de fovea centralis niet rond is doch een liggend ovaal heeft men in bijna alle onderzochte gevallen kunnen aantoonen. (Kölliker, Aubert-Förster, Dobrowolsky-Gaine, Wertheim, Schadow, G. Becker, Burchardt, Groenouw, Butz) — Sorel geeft hiervoor de eigenaardige verklaring, dat de noodzakelijkheid voor den mensch zich aan de oppervlakte der aarde op te houden, de oorzaak der afplatting zijn zoude. „M. Egger observe, que l'homme n'ayant pas grand „besoin d'apprécier les hauteurs verticales parce qu'il „est marcheur et non grimpeur, n'a acquis l'habitude „de bien juger les grandeurs que dans le sens hori„zontal." In overeenstemming hiermede is Wundt, (door Sorel geciteerd en Butz), dat de horizontale oogbewegingen veel gemakkelijker worden uitgevoerd dan de verticale.

105. Hagen (König — Graefe 30). Kolbe heeft de methode van Hagen gecontroleerd en kunnen aantoonen, dat werkelijk eene Mg O-vlakte het meeste licht terugkaatst. Verschillende papiersoorten reflecteerden eene lichthoeveelheid, die varieerde van 0,8942 tot 0.9475, wanneer Mg O 1 terugkaatste.

106. Helmholtz (Zeitschr. f. Psych. 2) vermoedde, dat „man unabhängig von der Farbe bei gleicher „Helligheit auch gleich viel sehend erkennen kann."

107. Uhthoff (Graefe 32) vond, dat de curven der verschillende kleuren wel denzelfden vorm hebben, maar elkaar niet bedekken (Graefe 36). De maximale gezichtsscherpte zoude bij 590 μ liggen (Zeitschr. f. Psych. 1). Toch zouden de waarden weinig van elkaar afwijken.

108. Hering (Pflüger 43): „Das nervöse Sehorgan „stellt im Betriff seiner Function ein organisches „Ganze dar, wobei der jeweilige Zustand eines seiner „Theile mit bestimmend ist für den Zustand der „übrigen insbesondere der nächst benachbarten.

Guillery (Zeitschr. f. Psychol 12).

109. Guillery (Pflüger 66).

110. Wanneer dit alles juist is zal het feit, dat een wit punt op zwarten grond onder kleineren hoek kan worden gezien dan een zwart punt op witten grond, gedeeltelijk daarvan moeten afhangen, dat de witte achtergrond het netvlies meer prikkelt dan de zwarte.

111. Guillery (Pflüger 66).

Reddingius: „Wir verstehen unter Fixation einen „jedesmaligen Verlust der für das centrale Sehen zu „bestrebenden Lage, die von immer neuen Einstel- „lungen gefolgt wird, eine pendelnde Bewegung der „Fovea zum Bildpunkt hin und zurück."

112. Lamansky is in staat zijne oogen zoodanig te bewegen, dat hij in horizontale richting 4 × 360° zou kunnen afleggen, in verticale ongeveer 3.5 × 360° en in schuine 3 × 360°.

Volkmann (Wagner III. S. 276).

Guillery (Pflüger 71 en 73.): „Für eine Neigung „von 25° für die durchschnitliche Schnelligkeit wird „der Weg zurückgelegt in ± 0.005 Sec."

Dat komt overeen met ongeveer 5000° per sec.

113. Exner: „Die tägliche Erfahrung lehrt, dass „die Zeit, welche nöthig ist mittelst des Gesichtsinnes „einen Gegenstand wahrzunehmen, je nach Umständen „eine höchst verschiedene sein kann. Von der unmes- „bar kurzen Dauer eines sichtbaren elektrischen Fun- „kens bis zur mühsamen Wahrnemung eines Gegen- „standes im nahezu dunklen Raumes können alle Mit- „telstufen vorkommen."

114. Baxt heeft binnen zeer wijde grenzen van de lichtsterkte der voorwerpen (letters) geen merkbaren invloed op den noodzakelijken waarnemingstijd gevonden.

115. Charpentier (Arch. d'Ophth. 10.)

116. Charpentier (La lumière).

117. Nordmann: „De noodzakelijke tijden gedragen „zich in de verschillende adaptatie-toestanden bij on„gelijke verlichting, zooals bij volkomen adaptatie, „d.w.z. omgekeerd evenredig met de verlichtings-intensiteiten. De „Reizquanta" nemen af, zoolang de „prikkelbaarheid van het netvlies met de adaptatie „toeneemt."

118. Volkmann (Wagner III. S. 335) nam zijne dubbellijnen waar bij het licht van de vonk eener Leidsche flesch van nog niet 0,00001 sec. (Wheatstone).

119. Kunkel beweert, dat: „eine noch grössere „Expositionszeit als die für die stärkste Empfindung „hinlängliche eine Empfindung von verminderter In„tensität zur Folge hat."

120. Volkmann (Wagner) fixeerde achtereenvolgens 2 voorwerpen, op verschillende afstanden van elkaar geplaatst. Hij bemerkte daarbij, dat de tijd voor de beweging zelf noodig, niet in aanmerking kwam bij de bewuste reflextijd. (Volgens Tigerstedt bestaat deze tijd uit: perceptie-, apperceptie- wil- en centrifugalen tijd). Volkmann beschouwde derhalve de geheele periode: reflextijd + bewegingstijd, identiek met den reflextijd zelf. Deze laatste bedroeg voor hem bijna $^1/_2$ sec.

121. Reddingius: „De oogbewegingen zijn eenigszins als reflexbewegingen op te vatten." Zuivere reflexbewegingen zijn het waarschijnlijk ook niet, daar voor de attentiewisseling tijd moet worden ingelascht. (Hering, Graefe: 37. „Beim gewöhnlichen Gebrauche „der Augen geht jeder Blickbewegung eine Ortsver-

„änderung der Aufmerksamkeit voran, indem dieselbe „von der Stelle des directen Sehens abgewendet und „und einer excentrischen Stelle zugewendet wird."

122 Wundt is tegenover Erdmann—Dodge van oordeel, dat voor letterproeven een expositieduur van 0.1 sec. veel te lang is; omdat wanneer al geene oogbewegingen gedurende dezen tijd voorkomen, toch gelegenheid bestaat voor wisselingen der attentie.

123. (Charpentier Arch. d' Ophth. 7).

124. Piekema (Diss).

125. Scheffler: „Dass der Willen zum Sehen über- „haupt erforderlich ist lehrt der Umstand, dass das „schlafende Auge auch wenn es geöffnet ist gegen „den Lichtreiz unempfindlich ist, und dass das un- „aufmerksame oder zerstreute Auge schlecht oder gar „nicht sieht."

126. Volgens Donders en de Haan daalt de gezichtsscherpte na de geboorte zeer regelmatig van 1.2 tot 0.6. Volgens Bordier stijgt de gezichtsscherpte tot het 15e jaar op 1,7 en daalt dan regelmatig tot 1.

127. De hierbij verkregen waarden moeten eene misschien aanzienlijke fout hebben gegeven, welke we zooveel mogelijk hebben trachten te verminderen door bij de bepalingen er op te letten, dat de reflexplaat van den photometer zooveel mogelijk zich bevond in het midden van de meetbuis. Bovendien werd petroleumaether van dezelfde voorraad gebruikt.

128. In het begin gebruikten we eene melkemulsie van 1%, die een gelijkmatig lichtvlak scheen te geven. Achteraf bleek, dat deze oplossing daartoe geheel onvoldoende was. Teneinde zekerheid te verkrijgen, dat dit wel het geval was, hebben we door middel van den photometer bepaald, hoeveel licht van eenig gedeelte van het melkglas komende, op het reflexglas van den photometer werd geworpen. Eerst toen de

melkemulsie ongeveer 10 % bedroeg kon. de photometer geen verschil meer aanwijzen in de lichthoeveelheid, van de diafr. opening ontvangen. We konden hieruit besluiten, dat werkelijk een in alle deelen gelijkmatig lichtend vlak was verkregen. Door steeds melk te gebruiken van dezelfde samenstelling (gesteriliseerde fabrieksmelk) kon deze voorwaarde telkens opnieuw worden vervuld.

129. Voor de kleinere diafragmata was de kans op fouten natuurlijk geringer.

130. Dat de objecten van de theoretische maat afwijken is veroorzaakt door het rekken der gebruikte papieren.

131. Het lichtje was afkomstig van een rood glas, waarachter een gewone kaarsvlam was geplaatst.

132. Hinderlijk was, dat door reflex op het dekglaasje het fixatiepunt zich dubbel voordeed. De 2 lichtjes waren zichtbaar op eenen schijnbaren afstand van 12 m.M. Het was echter gemakkelijk het nevenlicht te negeeren of het midden tusschen de 2 lichtjes als fixatiepunt aan te nemen.

133. Waar het fixatielichtje naast de letter moest worden gesteld zal het er speciaal worden bijgemeld.

134. We hebben dezen eisch gesteld, omdat de waarneembaarheid van zelfs groote objecten onder voor het netvlies uiterst gemakkelijke omstandigheden bij onbeweeglijk oog bekend is, en omdat de noodzakelijkheid van de medewerking der oogbewegingen dan het sterkst zal spreken, wanneer van het netvlies het uiterste wordt gevergd.

135. De proeven met den tachistoscoop zijn verricht: 1°. bij rustig zien d.w.z. bij stilstaanden toestel, zoodat het oog met normale beweeglijkheid de door de schermopening zichtbare objecten kon bekijken; 2°. bij eenen expositieduur van $^1/_x$ sec.

136. De volgende proeven zijn bijna allen bij kunstlicht verricht. Waar met daglicht gewerkt is zal het er bij vermeld worden.

137. Bij willekeurige verlichting werd het kleinst zichtbare object bekeken, zooals het zich voordeed rustig en $^1/_4$ sec. gezien. Ten einde de grootere objecten aan de grens van zichtbaarheid te kunnen onderzoeken hebben we telkens de verlichting doen dalen.

138. Bij verlichting 6 was n°. 12 bij $^5/_{12}$ sec. duidelijk herkenbaar. Bij verl. 7 was n°. 13 bij $^5/_{12}$ sec. moeielijk te herkennen.

139. Bij het zoeken naar papier met uiterst gering contrast tegenover wit hebben we eene papiersoort verkregen van zoodanige constructie, dat eene bepaalde richting grooter contrast gaf dan de richting loodrecht daarop. Hierdoor was het ons niet mogelijk de zichtbaarheid van twee richtingen, loodrecht op elkaar, direct naast elkaar te beoordeelen. We hebben daarom van elke grootte twee nummers gesneden, zoodanig dat het verticale beeld van het eene n°. hetzelfde contrast gaf als het horizontale beeld van het andere. Daartoe hebben we er naar gestreefd de 2 complementaire nummers uit hetzelfde papierstuk te fabriceeren. Het object, dat we genoemd hebben verticaal vertoonde het grootste contrast bij presenteeren in verticale richting (boven of beneden), terwijl de richting binnenbuiten zeer zwak contrast gaf. Het object: horizontaal gaf een duidelijk horizontaal beeld en een zwak verticaal.

140. Bij deze proeven werden zeer groote objecten gebruikt, die niet steeds geheel te overzien waren. We hebben gesproken van herkenbare richting, wanneer de uiteinden der figuren niet konden worden gezien, en alleen te zeggen was, of de figuur horizon-

taal of verticaal was gericht. We hebben gesproken van stand, wanneer de geheele figuur te herkennen was.

141. Men moet hierbij afzien van het gekronkeld zijn der lijnen, hetgeen alleen bij strenge fixatie en niet met vrij beweeglijken blik waarneembaar is.

142. We hebben de vergelijkende proeven met dag- en kunstlicht verricht, omdat door sommigen de resultaten in beide gevallen niet direct vergelijkbaar worden geacht.

143. We hebben vroeger reeds gezegd, dat bij zwak licht het fixatielichtje bij de waarneming stoorde. Bij n°. 5 was dit reeds het geval en bij n°. 11 ook nog. Bij de zwakst gebruikte verlichtingsgraden waren de para-centrale beelden (staafjesbeelden) zoo duidelijk, dat in vergelijking hiermede het bleeke centrale beeld niet tot behoorlijke waarneming kwam. Hieraan moet ook worden toegeschreven, dat bij enkele waarnemingen $^1/_4$ sec. eene onvoldoende expositietijd bleek te zijn.

144. Bij het gebruiken dezer objecten stoorde het fixatielicht nog meer dan bij de zwarte. De objecten grooter dan no. 16 konden weder precies in het centrum worden waargenomen. Als regel gaf $^1/_4$ sec. expositie dezelfde beeldduidelijkheid als rustig zien. Waar dit niet het geval was moest worden opgelost wat daarvan de oorzaak was. Hiervoor kwamen in aanmerking: gemis aan de noodzakelijke oogbewegingen, te korte expositietijd en stoornis door het fixatiepunt. Het zwak herkende beeld deed zich nooit defect voor, maar was hoogstens wat bleeker. Was gemis aan oogbewegingen daaraan schuldig geweest, zoo had het moeten gebeuren, dat een gedeelte van het object volkomen duidelijk en het andere gedeelte onduidelijk zoude moeten zijn geweest. Immers zal het oog tijd hebben gehad een gedeelte te overzien, terwijl voor

het overblijvende gedeelte de gelegenheid nog moet hebben ontbroken, Het fixatiepunt moet de waarneming evenzeer steeds hebben belemmerd; want eene geringe lichtverbetering deed onmiddelijk eene duidelijke figuur voor den dag komen, terwijl dit niet in diezelfde mate het geval was met eene geringe tijdverlenging.

145. De waarnemingen met de groote, grijze figuren geschiedden bij zoo zwak licht, dat het daarbij tegelijkertijd optredende zeer duidelijke paracentrale (staafjes-) beeld gemakkelijk aanleiding kon geven tot verwarring.

146. De proef met rood object hebben we verricht met een object van 56'34". Zoolang de verlichting niet te zwak was, kon een scherp begrensd, rood beeld centraal worden waargenomen. Bij zwakke verlichting trad behalve het centrale beeld bij zijdelingsch zien een zwart en zeer duidelijk para-centraal beeld op. Er kwam zelfs een stadium voor, waarin een zwak rood beeld kon worden herkend, dat evenwel niet bij directe fixatie kon worden gezien, maar alleen bij fixatie in de richting van den foveaarand. Vermoedelijk heeft de perceptie der mediale staafjes tot de vorming van dit beeld medegewerkt. Hadden we met groote roode objecten moeten experimenteeren zoo zou dikwijls twijfel zijn ontstaan, of we wel telkens met een zuiver centraal beeld hadden te doen gehad.

147. Ten einde zich goed rekenschap te kunnen geven van het waargenomen beeld is het noodzakelijk nooit eenige waarnemingen direct na elkaar te verrichten. Reeds bij de 2e waarneming heeft de retina zooveel van hare gevoeligheid verloren, dat het oordeel over de al of niet zichtbaarheid van het gepresenteerde object uitermate wordt belemmerd.

Dat de bleeke figuren aan eenen expositieduur van $^1/_2$ sec. voldoende hebben, terwijl $^1/_4$ sec. te kort is, wordt nog bewezen uit het feit, dat bij bepaalde verlichting en $^1/_4$ sec. expositietijd het juist zichtbare bleeke object precies 64 maal zoo groot is als het juist zichtbare zwarte object. Waar nu het contrast tusschen bleek en zwart ongeveer 30 bedraagt, zal het bleeke object zichtbaar moeten zijn, wanneer het slechts 30 maal zoo groot is als het zwarte. Bij rustig zien is dit werkelijk het geval, maar bij $^1/_4$ sec. expositie niet. De oorzaak ligt dus in den te korten tijd. Waar nu $^1/_4$ sec. voor zwarte objecten zeker niet te kort is en bij $^1/_4$ sec. het bleeke object ter herkenning de dubbele grootte eischt, ligt het voor de hand aan te nemen, dat verlenging van den tijd tot $^1/_2$ sec. de noodzakelijke grootte tot de helft kan reduceeren. Ook dit is het geval gebleken.

Het hierbij gebruikte bleeke object was van 28'17".

Toch waren de beelden bij rustig zien en bij $^1/_4$ sec. expositie niet identiek. Gedeeltelijk is de oorzaak te zoeken in de pupilwijdte. Dit kon evenwel niet het geval zijn bij waarnemingen gedurende $^5/_{32}$ en $^1/_4$ sec., daar de pupil dan den noodigen tijd tot vernauwen mist. Voor $^1/_4$ en $^1/_2$ sec. expositie bestaat de mogelijkheid echter. De verbetering, veroorzaakt door tijdverlenging van $^1/_4$ sec. tot $^1/_2$ sec. wordt dus gedeeltelijk opgeheven door de tegelijkertijd plaatshebbende lichtvermindering. Neemt men met kunstpupil waar, zoo mag het verschil wat grooter zijn geworden [tusschen $^1/_2$ en $^1/_4$ sec.] het verschil tusschen rust en $^1/_2$ sec. is er niet door verdwenen.

Als oorzaak hiervoor blijft nog over de „Blendung" en het ontbreken van het repeteeren van den indruk wat normaliter voorkomt. Dat ditzelfde verschijnsel bij de zwarte objecten niet is opgevallen is heel na-

tuurlijk, daar eene geringe contrastvermindering niet zoo spoedig bemerkt worden kan.

De bewering, dat het repeteeren van den indruk zelfs bij $^1/_2$ sec. ontbroken heeft steunt op het feit, dat noch het fixatiepunt noch het attentiecentrum gelegenheid hebben gehad zich over de geheele figuur te verplaatsen. Mijne ervaring heeft me geleerd, dat slechts de allerstrengste fixatie en het absoluut afwezig zijn van attentiewandelingen de waarneming mogelijk maken. Werd dit niet streng in het oog gehouden — door onoplettendheid of vermoeidheid — zoo voerde de waarneming niet tot herkennen. Men heeft hier tegen aangevoerd, dat het zeer moeielijk zoo niet ondoenlijk is, het oog gedurende $^1/_2$ sec. absoluut stil te houden. Dat de mogelijkheid wel bestaat leert de ervaring: de gewone leesperiode bedraagt ongeveer $^1/_2$ sec. Door oefening is de geheele stilstand van het oog veel langer vol te houden.

148. Wel waren alle objecten tachistoscopisch en bij rustig zien duidelijk herkenbaar, maar een paracentraal beeld werd bij zwakke verlichting nooit zichtbaar.

149. Deze tijd is zoolang ondanks de relatieve grootte der figuur, daar voor deze proeven bleeke figuren zijn gebruikt.

150. De twee- en driebeenige haken waren alle uit hetzelfde stuk papier gesneden behalve de objecten 24. Deze laatste vertoonden afwijkende resultaten, welke geheel aan het papierverschil waren toe te schrijven.

151. Hiervoor hebben we lichtgrijs papier gevonden, dat bij draaiing in alle richtingen hetzelfde contrast met den achtergrond gaf.

152. De tijd $^2/_3$ sec. noodig voor het herkennen van zwart object 1, is schijnbaar in tegenspraak met alle vroegere proeven, waarbij steeds $^1/_4$ sec. voldoende

was bij zwakke verlichting voor object 2. Nu is $^2/_3$ sec. ruim genomen en had gereduceerd kunnen worden tot $^4/_7$ sec. maar ook niet minder. De laatste proeven zijn verricht met kunstpupil, de vroegeren met vrij oog, daarin moet de oorzaak van het verschil worden gezocht.

Bij 40 M.K. stelt object 1 de grenswaarde (het kleinste object) voor, dat met de kunstpupil gezien kan worden bij $^4/_7$ sec., terwijl met vrij oog $^2/_7$ sec. voldoende is. Bij zwak licht stelt object 2 de grenswaarde voor. Deze 2 grenswaarden moeten ongeveer gelijk zijn. We vinden $^2/_7$ en $^1/_4$ sec. Het verschil hiertusschen is niet overwegend, te meer daar het veel moeite kost steeds dezelfde grens van zichtbaarheid bij zoo kleine voorwerpen aan te nemen.

Zijn de gevonden tijden lang vergeleken met die, welke gewoonlijk als noodzakelijk worden opgegeven, men vergete niet, dat ze geldig zijn voor het kleinste object, dat bij zwakste verlichting kan worden waargenomen. Volgens dezelfde berekening zal voor een object, gezien onder 10′ bij 160 M.K. en enge, natuurlijke pupillen slechts $^1/_{128}$ sec. noodig zijn. Dit cijfer is volstrekt niet in tegenspraak met wat gewoonlijk daarvoor wordt aangenomen.

153. De proef werd verricht bij 4000 M.K. met kunstpupil.

154. We hebben vroeger gezegd, dat het werklokaal gedurende den dag eene absolute duisternis niet toeliet. De proeven voor de compensatieregels zijn dan ook alleen des avonds uitgevoerd. Voor de staafjesproeven met adaptatie voor daglicht ging dit niet. De gebruikte verlichting was daardoor veel sterker dan volgens de diafr. maten het geval had mogen zijn. De absolute maat der verlichting was hierdoor niet te bepalen.

155. *Bepaling van het contrast der gebruikte papiersoorten.*

Het gebruikte witte papier hebben we vergeleken met de proefkaart van den photometer van Weber: het reflecteerde precies dezelfde hoeveelheid licht als deze, en gaf geen zichtbaar contrast er mede.

Van de andere papiersoorten hebben we de hoeveelheid gereflecteerd licht gemeten, onderstellende dat het witte papier de hoeveelheid 1 reflecteerde.

Papiersoort.	Hoeveelheid licht.	Contrast met achtergrond.
wit	1	
bleek	0.9665	1 : 1.035
licht	0.9097	1 : 1.099
grijs	0.5973	1 : 1.674
zwart	0.0684	1 : 14.61

(gemiddelde uit 7 seriën welke slechts kleine verschillen aanboden).

We hebben vervolgens de methode van Aubert beproefd en de schaduwen met elkaar vergeleken. We stelden twee papiersoorten naast elkaar op, gescheiden door een ondoorzichtig scherm. Het donkere papier werd sterk verlicht, het witte zwak, zoo dat het aspect van de zwarte en van de witte helft zich op afstand (8 M.) gelijkgetint voordeed. De photometer gaf de hoeveelheid licht aan, die de witte helft reflecteerde, en de hoeveelheid licht, die eene witte kaart reflecteerde op de plaats der zwarte helft. Deze twee lichthoeveelheden verhielden zich als de sterkte der lichtbronnen. Deze verhouding moet het contrast aangeven. Uit 3 proevenreeksen vonden we voor wit-zwart de verhouding 1 : 37 met kolossale schommelingen. We bepaalden toen de beide limieten (te groot en te klein contrast). Uit 3 proevenreeksen kregen we tot resultaat:

wit — zwart = 1 : 34.7
„ — grijs = 1 : 2.24
wit — licht = 1 : 1.24

In het kastje van Förster vonden we (voor wit — zwart 1 : 29.7. De laatste methode is evenwel minder nauwkeurig.

De 2e. methode is de meest rationeele. We zien er uit, dat het door ons gebruikte zwarte papier geringer contrast vertoonde, dan hetgeen gewoonlijk door Aubert werd gebruikt en als 53—57 werd opgegeven.

Vergelijking met het contrast van absoluut zwart liet de photometer niet toe.

AFDEELING V.

Litteratuuroverzicht.

Abelsdorff. Zeitschr. für Psychologie. Bd. 22, S. 81. Die Aenderungen der Pupillenweite durch verschieden-farbige Belichtung.

Ahlbory. Inaug. Diss. Berlin 1895. Ueber die Sehschärfe im Alter.

Ahlström. Ann. d'Oculist. T. 115, p. 200. Sur la perception lumineuse à la périphérie du champ visuel.

Ahrens. Inaug. Diss. Rostock 1891. Untersuchungen über die Bewegung der Augen beim Schreiben.

Albertotti. Esperienze di Ottica fisiologica intorno alla variazoni dell' angolo visuale rispondenti alla luce decrescente. Memoria della R. Acad. di Sc. di Modena Vol. 10. Ser. 2, pag. 353. Referaat.

Arlt. Graefe's Archiv. 15—1—292. Beitrag zur Kenntniss der Zeitverhältnisse bei den Bewegungen der Iris.

Asher. Zeitschr. f. Biol. Bd. 35 (1897) S. 394. Ueber das Grenzgebiet des Licht- und Raumsinnes.

Aubert und Förster. Graefe's archiv. 3—2—1. Beiträge zur Kenntniss des indirecten Sehens.

Aubert. Physiologie der Netzhaut.

Aubert. Graefe-Saemisch, Bd. 2. Wahrnehmung distincter Punckte beim indirecten Sehen. S. 585.

Aubert. Pflüger's Archiv. Bd. 31, S. 223. Die Helligkeit des Schwarz und Weiss.

Aubert. Pflüger's Archiv. Bd. 40, S. 473. Die Bewegungsempfindung.

Baader: Inaug. Diss. Freiburg (i. B.) 1891 Ueber die Empfindlichkeit des Auges für Lichtwechsel.

Badal: Considérations sur la mesure de l' acuité visuelle. Bordeaux 1893 Gerefereerd.

Baxt: Pflüger's Archiv. Bd. 4 S. 325. Ueber die Zeit, welche nöthig ist, damit ein Gesichtseindruck zum Bewusstsein kommt, und über die Grösse der bewussten Wahrnehwung bei einem Gesichtseindrucke von gegebener Dauer.

Becker [F.]: Klin. Monatsbl. für Augenheilk. Bd. 19 S. 404 Ueber absolute und relative Sehschärfe bei verschiedenen Formen von Amblyopie.

Becker [G.]: Inaug. Diss. Halle 1883. Neue Untersuchungen über excentrische Sehschärfe und ihre Abgrenzung von der centrischen.

Bellarminoff: Ueber die Tauglichkeit und Genauigkeit der vorhandenen Probebuchstaben für Bestimmung der Sehschärfe. Arch. f. Augenh. Bd. 16 S. 284.

Berry: A Suggestion as to the function of some of the retinal elements. Ophthalmic. Rev. Mai 1890.

Best: Ueber die Grenzen der Sehschärfe 28e Vers. der Ophthalm. Ges. Heidelberg 1900 S. 129.

Bjerrum: Graefe's Archiv. 30—2—201. Untersuchungen über den Lichtsinn und den Raumsinn bei verschiedenen Augenkrankheiten.

Bloom und Garten: Pflüger's Archiv. Bd. 72 S. 312. Vergleichende Untersuchungen der Sehschärfe des hell und des dunkeladaptirten Auges.

Cl. du Bois—Reymond: Diss. Berlin 1881. Ueber die Zahl der Empfindungskreise in der Netzhautgrube.

Cl. du Bois—Reymond: Graefe's Archiv. 32—3—1 Seheinheiten und kleinster Sehwinkel.

Bordier: De l' acuité visuelle. Bordeaux 1893.

Bordier: Archives d' Ophthalm T. 14 p. 355 Acuité visuelle des yeux amétropes. Acuité vraie et acuité apparente.

Böttcher: Geometrische Sehproben.

Breuer: On the functions of the rods of the human-retina. Ophthalm. Soc of the United Kingd. 1898 Ophthalm. Rev. Vol 17 p. 53.

Brücke: Sitz. ber. der Wiener Akad. d. Wiss. Bd. 49—2—128. Ueber den Nutzeffekt intermittirender Netzhautreizung.

de Brudzewski: Archives d' Ophthalm. T. 18 p. 693.

L' influence de l' éclairage sur l' acuité visuelle pour les objets colorés.

Ole Bull: Annales d' Oculist. T. 115 p. 462 Etude sur les images de diffusion. Referaat.

Ole Bull: Graefe's Archiv. Bd. 27—1—54. Studien über Lichtsinn und Farbensinn.

Ole Bull: Transactions of the internat. med. Congress. London III p. 49 A new method of examining and numericaling expressing the Colourperception.

Burchardt: Internationale Sehproben. 1871.

Burow: Graefe's Archiv. 9—1—159. Notiz betreffend die Beobachtung des eigenen Augenhintergrundes.

Buttmann: Inaug. Diss. Freiburg [i. B.] 1896 Untersuchungen über Sehschärfe.

Butz: Inaug. Diss. Dorpat 1883. Untersuchungen über die physiologischen Functionen der Peripherie der Netzhaut.

Butz: Arch. f. Anat. und Phys. 1881 S. 437. Vorläufige Mittheilungen über Untersuchungen der physiologischen Functionen der Peripherie der Netzhaut.

Bijlsma: Med. Weekblad. Jaarg. 7 blz. 162. Eenige bemerkingen over onze optotypi.

Carp: Inaug Diss. Marburg 1876 Ueber die Abnahme der Sehschärfe bei abnehmender Beleuchtung.

Charpentier: La lumière et les couleurs.

Charpentier: C. R. de l' ac. des sc. de Paris T. 88 p. 189 Sur la quantité de lumière perdue pour la mise en activité de l' appareil visuel, et ses variations dans différentes conditions.

Charpentier: C. R. T. 92 p. 92 Sur la quantité de lumière nécessaire pour percevoir les couleurs d' objets de différentes surfaces.

Charpentier: C. R. T. 95 p. 148 Sur la visibilité des points lumineux.

Charpentier: C. R. T. 96 p. 858 La perception des couleurs et la perception des formes.

Charpentier: C. R. T. 102 p. 1155 Sur une illusion visuelle.

Charpentier: C. R. T. 122, p. 246 La réaction négative et le centre de la rétine.

Charpentier: C. R. T. 126 p. 1711 Vision entoptique et sensibilité dans la tâche jaune.

Charpentier: Soc. de biol. Ser. 8 T. 2 p. 485. Influence d'un oeil sur l'adaptation de l'autre á la lumière (Referaat).

Charpentier: Archives d'Ophthalm. T. 2 p. 542. Etude de l'influence de la coloration sur la sensibilité des points lumineux.

Charpentier: Arch. d'Ophth. T. 3 p. 397 Expériénces relatives à l'influence de l'éclairage sur l'acuité visuelles.

Charpentier: Arch. d'Ophth. T. 6 p. 294 Expérience sur la marche de l'adaptation rétinienne.

Charpentier: Arch. d'Ophth. T. 7 p. 13 Nouveaux faits sur la sensibilité lumineuse.

Charpentier: Arch. d'Ophth T. 10 p. 108, 212, 304, 406, 522. Recherches sur la persistance des impressions rétiniennes et sur les excitations lumineuses de courte durée.

Charpentier: Arch. d'Ophth. T. 16 p. 342. La sensibilité lumineuse dans la fovea centralis.

Cohn: Graefe's Archiv. 17—2—305. Die Refraction der Augen von 240 atropinisirten Dorfschulkindern.

Cohn: Graefe's archiv. 40—1—326 Ueber die Abnahme der Sehschärfe im Alter.

Cohn: Archiv. für Augenh. Bd. 13 S. 223. Untersuchungen über die Sehschärfe bei abnehmender Beleuchtung.

Cohn: Arch. f. Aug. Erg. heft. Bd. 31. S. 205. Einige Vorversuche über die Abhängigheit der Sehschärfe von der Helligkeit.

Cohn: Berl klin. Wochenschr. 1886 S. 222. Ueber Sehschärfe bei photometrirtem Tageslicht und über den Polarisations-Episkotister.

Chodin: Graefe's Archiv. 23—3—177 Ueber die Empfindlichkeit der Farben in der Peripherie der Netzhaut.

Darier: Ann. d'Ocul. T. 114 p. 198. De la possibilité de voir son propre cristallin.

Depène: Klin. Monatsbl. für Augenh. 38 S. 290, S. 390 Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss seitlicher Blendung auf die centrale Sehschärfe.

Dimmer: Beiträge zur Anatonie und Physiologie der Macula lutea des Menschen. 1894. (Referaat).

Dobrowolsky, Gaine: Pflüger's Archiv. 12 S. 432 Ueber die Lichtempfindlichkeit auf der Peripherie der Netzhaut.

Dobrowolsky: Pflüger's Archiv. 12 S. 441 Ueber die Empfindlichkeit des Auges gegen die Lichtintensität der Farben im Centrum und auf der Peripherie der Netzhaut.

Dodge: Psychol. Rev. 6(5)477 Referaat: Zeitschr. für Psychol. Bd. 23 S. 138 The reaction-time of the eye.

Donders: Graefe's Archiv. 9—2—220. Ueber Glaucoma, Astigmatismus und Sehschärfe.

Donders: Graefe's Archiv. 18—2—246. Practische Bemerkungen über den Einfluss von Hülfslinsen auf die Sehschärfe.

Donders: Onderzoek. uit het physiol. Laborat. Utrecht. 2e Reeks, 2 p. 103. Over de snelheid van psychische processen.

Dobrowolsky-Gaine: Pflüger's Archiv. 12 S. 411. Ueber die Sehschärfe an der Peripherie der Netzhaut.

Druault: Archives d' Ophth. 18 p. 685. Note sur la situation des images rétiniennes formées par les rayons très obliques sur l' axe optique.

Erdmann: Ueber ungleiche Ermüdung centraler und peripherer Netzhauttheile. Centralbl. für prakt. Augenh. 1884 S. 120 [referaat-]

Erdmann und Dodge: 1898 Halle Untersuchungen über das Lesen auf experimenteller Grundlage. Referaat: Zeitschr. f. Psychol. 20 S. 358.

Erdmann und Dodge: Zur Erläuterung unserer tachistoskopischen Versuche. Zeitschr. für Psychol. 22 S. 241.

Exner: Sitz. ber. der mat. naturw. Cl. der k. Akad. der. W. Wien Bd. 58—2—601. Ueber die zu einer Gesichtswahrnehmung nöthige Zeit.

Exner: IIIe Intern. Congress für Psychol. S. 171 Gerefereerd Zeitsch. f. Psychologie Bd. 12 Ueber autokinetische Empfindung.

Exner: Centralbl. f. d. ges. Physiol. Bd. 10 S. 558. Ueber eine subjective Bewegungserscheinung.

Exner: Pflüger's Archiv. 73 S. 117. Studien auf dem Grenzgebiete des lokalisirten Sehens.
Fick: Pflüger's Archiv. 17 S. 152. Eine Notiz über Farbenempfindung.
Fick: Pflüger's Archiv. 43 S. 441. Studien über Licht- und Farbenempfindung.
Fick und Gürber: Graefe's Archiv. 36—2—245. Ueber Erhohlung der Netzhhaut.
Fick: Graefe's Archiv. 45 S. 337. Ueber Stäbchensehschärfe und Zapfensehschärfe.
Fick: Sehschärfe. Hermann's Handbuch der Physiol. Bd. 3.
Friedrich: Wundt's Philos. Stud. Bd 1 S. 39.
Fritsch: Ber. der k. Preuss. Ak. 1900 S. 636. Vergleichende Untersuchungen menschlicher Augen.
von Fukala: Graefe's Archiv. 43—1—209 Zur Verbesserung der Sehschärfe nach Myopie—Operationen.
Garten: Pflüger's Archiv. 68 S. 68 Beiträge zur Kennt niss des zeitlichen Ablaufes der Pupillenreaction.
Gayat: Ann. d' Ocul. T. 74 p. 171. De l' acuité de la vue pour les grandes distances.
Giraud—Teulon: Ann. d' Oc. T. 81 p. 215. Acuité visuelle, de ses éléments et de leur mesure.
Golding Bird and Schäfer: Observations on the structure of the central fovea of the human eye. Intern. Monatsh- f. Anat. und Phys. Bd. 12—1—1 cf. Kallius.
Goldscheider—Müller: Zeitschr. f. klin Med. Bd. 23—1 S. 2. Zur Physiologie und Pathologie des Lesens.
v. Graefe: Graefe's Archiv. 2—2—258. Ueber die Untersuchung des Gesichtsfeldes bei amblyopischen Affectionen.
Griffing: On the development of visual perception and attention. Referaat in Zeitschr. für Psychol. 12 S. 78.
Groenouw: Archiv. für Augenh. Bd. 26 S. 85 Ueber die Sehschärfe der Netzhautperipherie und eine neue Untersuchungsmethode derselben.
Guillery: Archiv für Augenh. Bd. 23 S. 323 Ein Vorschlag zur Vereinfachung der Sehproben.
Guillery: Bd. 26 S. 80 Nochmals meine Sehproben.

Guillery: Bd. 28 S. 263 Einiges über den Formensinn.
Guillery: Bd. 31 S. 204. Ueber die räumlichen Beziehungen des Licht- und Farbensinnes.
Guillery: Bd. 35 S. 35. Begriff und Messung der centralen Sehschärfe auf physiologischer Grundlage.
Guillery: Bd. 37 S. 153. Bemerkungen über centrale Sehschärfe.
Guillery: Zeitschr. f. Psychol. Bd. 12 S. 243. Vergleichende Untersuchungen über Raum-, Licht- und Farbensinn im Centrum und Peripherie der Netzhaut.
Guillery: Bd. 13 S. 187. Weitere Untersuchungen über den Lichtsinn.
Guillery: Bd. 16 S. 264. Bemerkungen über Raum- und Lichtsinn.
Guillery: Klin. Monatsbl, f. Augenh. Bd. 38 S. 546. Praktische Erfahrungen über Sehschärfeprüfungen.
Guillery: Pflüger's Archiv Bd. 66 S 401. Zur Physiologie des Netzhautcentrums.
Guillery: Bd. 68 S. 120. Ueber die Empfindungskreise der Netzhaut.
Guillery: Bd. 70 S. 450. Messende Untersuchungen über den Lichtsinn bei Hell- und Dunkeladaption.
Guillery: Bd. 71 S 607. Ueber intermitterende Netzhautreizung bei bewegtem Auge.
Guillery: Bd. 73 S. 87. Ueber die Schnelligheit der Augenbewegungen.
Guillery: Bd. 75 S. 466. Messende Untersuchungen über den Formensinn.
Guilloz: Archives d'Ophth. T. 15 p. 633. De l'égalité de grandeur des images rétiniennes dans l'emmétropie et dans les cas d' amétropie corrigée.
Gullstrand: Norv. med. arch. no. 9816 (1891).
Om samtidig bestämming of refraction och synskärpa.
Heine: Graefe's Archiv 51 – 1 – 146 Sehschärfe und Tiefenwahrnehmung
Heinrich: Zeitschr. für Psychol. Bd. 9 S. 353. Die Aufmerksamkeit und die Function der Sinnesorgane.
Helmholtz: Physiologische Optik, 1e. und 2e. Auflage.
Helmholtz: Zeitschr. für Psychol. Bd. 2 S. 1. Anwen-

dung des Fechner'schen Gesetzes im Farbensystem.
Henry: C. R. Ac. d. Sc. Paris T. 123 p. 452. Sur la relation générale entre l' intensité de la sentation et la durée de l' excitation lumineuse.
Hering: Die Lehre vom binocularen Sehen 1868 S. 106.
Hering: Hermann's Handbuch der Physiol. I. S. 437. Die Bewegungen des Blickpunktes.
Hering: Physiol. Optik IV—10—494 Die Bewegungen des Augapfels.
Hering: Pflüger's Archiv. 43 S. 265 Ueber die von v. Kries wider die Theorie der Gegenfarben erhobenen Einwände.
Hering: Graefe 's Archiv. 37—3—21 Ueber Ermüdung und Erholung des Sehorgans.
Hering: Ueber die Grenzen der Sehschärfe. Ber. der math. phys. Cl. der k. Sächs. Ges. der W. zu Leipzig (1899) Bd. 51 S. 16.
Hess: Graefe's Archiv. 51—225 Ueber den Ablauf des Erregungsvorganges nach kurzdauernder Reizung des Sehorgans beim normalen und beim total Farbenblinden.
v. Hippel: Klin. Monatsbl. für Augenh. 1871 S. 346 Demonstration eines Photometers.
Hirschberg: Arch. für Anat. und Physiol. 1878 S. 324 Ueber graphische Darstellung der Netzhautfunction.
Hueck: Archiv für Anat. und Physiol. 1840 S. 94.
v. Humboldt. Kosmos III S. 70 Gezichtsvermogen [vert.]
Hummelsheim: Graefe's Archiv. 45—357 Ueber den Einfluss der Pupillenweite auf die Sehschärfe bei verschiedener Intensität der Beleuchtung.
Hummelsheim: Centrale Sehschärfe und periphere Helligkeit. Ophth. Ges. Heidelberg 1900.
de Jaager: Diss. Utrecht 1865. De physiologische tijd bij psychische processen.
Javal: Soc. de biol. 28 févr. 1879 De la couleur à donner au papier d' imprimerie. (Referaat).
Javal: Essai sur la physiologie de la lecture. Ann. d'ocul. T. 79 p. 97 p. 240. T. 80 p. 135.
Javal: Sur la mesure de l'acuité visuelle. Ann d'ocul T. 109 p. 455.

Javal: Réforme de la notation de l' acuité visuelle. Congrès intern. de méd. Paris 1900.

Johannides: Graefe's Archiv 26—2—111 Die gefässlose Stelle der menschlichen Retina und deren Verwerthung zur Bestimmung der Ausdehnung der Macula lutea.

Kallius. Sehorgan. Ergebnisse der Anat. und Entw. gesch. VII [1897] S. 314.

Katz. Die Abnahme der Sehschärfe mit der Beleuchtung. Inaug. Diss. St. Petersburg [Referaat].

Katz: Contribution à l' étude de la sensibilité periphérique de la rétine pour la lumière. Archives d' Ophth. T. 13 p. 785 [Referaat].

Katz: Quelques mots sur la perception lumineuse periphérique de l' oeil. Archives d' ophth, T. 16 p. 694.

Katz: Zur Frage von dem Einflusse des Alters auf die Sehschärfe. Wiestnik Ophth. (Referaat) Bd. 13.

Katz: Sur les cercles de diffusion et l' orifice sténopéique. Ann d' ocul. T. 113 p. 287.

Klein: Thèse de Paris 1873. De l' influence de l' éclairage sur l' acuité visuelle.

Knapp: Archiv f. Augenh. Bd. 1—2—152 Ueber den Einfluss der Brillen auf die optischen Constanten und die Sehschärfe.

Koester: Centrbl. f. d. ges. Phys. Bd. 10 S. 433. Ueber Stäbchen- und Zapfensehschärfe.

Kolbe: Pflüger's Archiv 37 S. 562 Ueber den Einfluss der relativen Helligkeit und der Farbe des Papiers auf der Sehschärfe.

Kölliker: Hermann's Handbuch der Phys. I S. 152.

König: Graefe's Archiv 30—2—162. Zur Kenntniss dichromatischer Farbensysteme.

König: Graefe's Archiv. 30—2—171 Ueber die Empfindlichkeit des normalen Auges für Wellenunterschiede des Lichtes.

König: Sitz. ber. der Ak. Berlin 1894 S. 577 Ueber den menschlichen Sehpurpur und seine Bedeutung für das Sehen.

König: Sitz. ber. Ak. Wiss. Berlin 1897 S. 559 Die Abhängigkeit der Sehschärfe von der Beleuchtungsintensität.

Koster: Graefe's Archiv 41—4—2 Untersuchungen zur Lehre vom Farbensinn.

Koster: Graefe 's Arch. 41—1—27 Ueber die percipirende Schicht der Netzhaut beim Menschen.

Koster: Bijdrage tot de kennis der fovea centralis retinae. 36e jaarverslag v. h. Nederl. Gasthuis v. oogl. Utrecht p. 358.

Kramer: Inaug Diss. Marburg 1882. Untersuchungen über die Abhängigheit der Farbenempfindung von der Art und Grade der Beleuchtung.

Krienes: Arch. f. Augenh. 31 Erg. heft S. 141 Ueber Adaptation und Adaptationsstörung.

v. Kries: Zeitschr. f. Psychol. Bd. 9 S. 81 Ueber die Function der Netzhaut-stäbchen.

v. Kries: Zeitschr. f. Ps. Bd. 12—1 Ueber den Einfluss von Lichtstärke und Adaptation auf das Sehen des Dichromaten.

v. Kries: Zeitschr. f. Ps. Bd. 12—81 Ueber die Wirkung kurzdauernder Lichtreize auf das Sehorgan

v. Kries: Zeitschr. f. Ps. Bd. 15—327 Ueber die absolute Empfindlichkeit der verschiedenen Netzhauttheile im dunkeladaptirten Auge.

v. Kries: Zeitschr. f. Ps. Bd. 23—161 Weitere Mittheilungen über die functionelle Sonderstellung des Netzhautcentrums.

v. Kries: Centr. bl. f. d. ges. Physiol. Bd. 8 S. 695 Ueber die Abhängigheit centraler und peripherer Sehschärfe.

v. Kries: Graefe's Arch. 43—1—94 Ueber die funktionellen Verscheidenheiten des Netzhautcentrums und der Nachbartheile.

Küchler: Erste Schriftproben zum augenärztlichen Gebrauch. Centr. bl. f. pr. Augenh. 18 S. 320.

Kunkel: Pflüger's Archiv 9 S. 197 Ueber die Abhängigkeit der Farbenempfindung von der Zeit.

Kunkel: Pflüger's Arch. Bd. 15 S. 27 Ueber die Erregung der Netzhaut.

Küster: Graefe's Archiv 22—1—150. Die Directionskreise des Blickfeldes.

Knapp: Graefe's Archiv 30—4—313 Nachtrag zur Analyse der Pigmentfarben.

Lagrange: Ann. d' Ocul. T. 111 p. 81. De l' égalité

des images rétiniennes dans l'amétropie axile corrigée et dans l' emmétropie.

Lamansky: Pflüger's Archiv. 2. 418. Bestimmung der Winkelgeschwindigkeit der Blickbewegung respect. Augenbewegung.

Lamare: Soc. franç. d' Ophth. Mai 1892. Des mouvements des yeux dans la lecture (Referaat.)

Landolt et Nüel: Graefe's Archiv. 9—3—301. Versuch einer Bestimmung des Knotenpunktes für excentrisch in das Auge fallende Lichtstrahlen.

Landolt: Traité complet d' Ophthalmol. I. p. 478 (de Wecker et L.)

Landolt: Nouvelles recherches sur la physiologie des mouvements des yeux. Archives d' Ophth. T. 11 p. 385.

Landolt: Nouveaux optotypes pour la détermination de l' acuité visuelle. Archives d' Ophth. T. 19 p. 465.

Landolt: Réforme de la notation de l' acuité visuelle 13e Congr. intern. d. méd. Paris 1900. Ann. d' Ocul. 124.

Lans: Archiv. f. Anat und Physiol. 1900 S. 79 Ueber Pupillenweite.

Leber: Bemerkungen über das Gefässsystem der Netzhaut in der Gegend der Macula lutea. Graefe's Archiv. 26—2—134.

Leber: Nachträgliche Notiz über die Gefässe der Macula lutea. Graefe's Arch. 26—2—271.

Leber: Graefe's Arch. 43—1—251. Bemerkungen über die Sehschärfe hochgradig Myopischer.

Lehmann: Pflüger's Archiv. 36 S. 580. Versuch einer Erklärung des Einflusses des Gesichtswinkels auf die Auffassung von Licht und Farben bei direc tem Sehen.

Leroy: Archives d' Ophth. T. 2 p. 22, 328, 441. Optique physiologique: vision centrale, irradiation, acuité visuelle.

Leroy: Arch. d' Ophth. 3. p. 245. Quelques considérations sur les variations du diamètre de l' image sensible d' un point lumineux.

Leroy: Arch. d' Ophth. 5 p. 216 De la perception monoculaire des grandeurs ou des formes apparentes.

Leroy: C. R. de l' Ac. d. Sc. Paris T. 116 p. 144 Méthode pour mesurer objectivement l' aberration sphérique de l' oeil.

Liebknecht: Archiv. f. Augenh. 25 S. 37. Kritische Bemerkungen zu Guillery's Vorschlag zur Vereinfachung der Sehproben.

Lindsay (Johnson): Archiv. f. Augenh. 32 S. 65, 33 S. 337, 35 S. 171. Beobachtungen an der Macula lutea.

Manolescu: Ann. d' Ocul. T. 83 S. 55. Recherches relatives à l' étude de l' acuité visuelle; conditions de visibilité des points et des lignes.

Marbe: Wundt's Phil. Stud. Bd. 9 S. 3. Zur Lehre von der Gesichtsempfindung, welche aus successiven Reizen resultiren.

Mauthner: Vorlesungen über die optischen Fehler des Auges. S. 119–196.

Mayer: Experimenta circa visus aciem (de Wecker et Landolt I p. 523).

Merdas: Inaug. Diss. Breslau 1899. Die erwerbliche Sehschärfe, ihre Untersuchung und Berechnung.

Müller: Inaug. Diss. Zürich 1866. Versuche über den Verlauf der Netzhautermüdung.

Müller: Zur Psychophysik der Gesichtsempfindungen Die besondere Functionsweise der Stäbchen Zeitschr. f. Psychol. 14 S. 161.

v. Nagel: Graefe-Saemisch 1ᵉ Aufl. Bd. 6 S. 273. Die Refraction in den seitlichen Theilen des Augengrundes.

Nicati (Macé de Lépinay et): Recherches sur la comparaison photométrique des diverses parties d'un même spectre. Ann. chémie et de physique 1881, 1883 Referaat.

Neuschüler: Archives d' Ophth. T. 19 p. 519. La perception de la couleur et l' acuité visuelle pour les caractères coloriés sur fond gris variable.

Nordmann: Akad. Afhandling. Helsingfors 1887. Om den för framkallandet af en formförnimmelse nödiga retningstiden i dess beroende af några särskilda variabler.

Norton: Ophthalm. Rev. 1899 p. 346 Seeing the capillary circulation in one's own eye.

de Obarrio: IXe. Congrès Ophth. Utrecht p. 365 (1899). Sur le maximum de l'acuité visuelle.
Orschansky: Centr. bl. f. d. ges. Physiol. Bd. 12 S. 785. Eine Methode die Augenbewegungen direct zu messen.
Ovio: Sui movimenti pupillari. Archiv f. Augenh. 40—4—117 (Referaat).
Ovio: Sui circoli di diffusione 15e. Congr. dell' assoc. oftalm. ital. Ann. di Ottalm. 28. (Referaat) Ann. d'Ocul. T. 114 p. 295.
Parent: Archives d' Ophth. T. 16 p. 312 Echelle optométrique.
Parinaud: La vision. Paris 1898.
Parinaud: C. R. de l' Ac. des Sc. Paris T. 99 p. 937. De l' intensité lumineuse des couleurs spectrales.
Parinaud: Archives d' ophth. T. 16 p. 87 Les nouvelles idées sur les fonctions de la rétine.
Parinaud: Fonctions des éléments rétiniens et du pourpre visuel. Ann. d'Ocul. T. 112. p. 228.
Pergens: Observations critiques sur les échelles optométriques. Congr. int. d. méd. Paris 1900.
Petrèn: Skandin. Archiv. f. Physiol. 4 S. 42 Untersuchungen über den Lichtsinn.
Piekema: Diss. Utrecht 1897. Over gezichtsscherpte bij verschil van verlichting.
Posch: Archiv. f. Augenh. Bd. 5 S. 17 Ueber Sehschärfe and Beleuchtung.
Pergens: Arch. f. Augenh. Bd. 43 S. 144. Ueber Factoren, welche das Erkennen von Sehproben beeinflussen.
Reche: Archiv. f. Augenh. 36 S. 143. Einige Bemerkungen zur Messung der Sehschärfe.
Reddingius: Zeitschr. f. Psychol. 21—6—417. Die Fixation.
Richet et Bréguet: C. R. de l'Ac. d. Sc. Paris T. 88 p. 239. De l' influence de la durée et de l' intensité de la lumiére sur la perception lumineuse.
Schmidt-Rimpler: 19e Vers. d. Ophth. Ges. Heidelberg S. 76 Ueber den Einfluss auf das centrale Sehen der peripheren Netzhautbeleuchtung.
Ritzmann: Physiol. Lab. Utrecht 3e Serie 4 p. 95

Ueber die Verwendung von Kopfbewegungen bei den gewöhnlichen Blickbewegungen.

Rosenthal: 59e Vers. Deutscher Naturf. Berlin [1886] S. 416 Ueber Beleuchtung und den Zusammenhang mit der Sehschärfe.

Ricco: Centr. bl. f. pr. Augenh. 1877 S. 122. Ueber die Beziehung zwischen dem kleinsten Gesichtswinkel und der Lichtintensität.

Salzer: Sitz ber. Ak. d. Wiss. Wien Bd. 81—3 S. 16 Ueber die Anzahl der Sehnervenfasern und der Retinalzapfen im Auge des Menschen.

Sachs: Ueber die Beziehungen zwischen den Bewegungen der Augen und denen des Kopfes. Klin Monatsbl. f. Augenh. 38 S. 500 [Referaat].

Salzmann: Das Sehen in Zerstreuungskreise. Graefe's Archiv 39—2—83, 40—5—102, 48—438.

Schadow: Pflüger's Archiv 19 S. 450. Die Lichtempfindlichkeit der peripheren Netzhauttheile im Verhältniss zu deren Raum- und Farbensinn.

Scheffler: Suppl. der physiol Optik 1866. Die Gesetze des räumlichen Sehens.

Schenck: Pflüger's Archiv 64 S. 165. Ueber den Einfluss van Augenbewegungen auf die Beobachtung rotirender Scheiben zur intermittirenden Netzhautreizung.

Schenck: Pflüger's Archiv. 64 S. 607 Ueber die Bestimmung der Helligkeit grauer und farbiger Pigmentpapiere mittelst intermittirender Netzhautreizung.

Schenk: Pflügers's Archiv 68 S. 40 Ueber den Einfluss der Contourenbewegung auf die Verschmelzung der Lichtempfindung.

Schirmer: Graefe's Archiv 10—1—148 Ueber das Ophthalmoskopische Bild der Macula lutea.

Schirmer: Gräfe's Archiv 36—4—149. Ueber die Gültigkeit des Weber' schen Gesetzes für den Lichtsinn.

Schirmer: Graefe's Archiv 40—5—8. Untersuchungen zur Physiologie der Pupillenweite.

Schirmer: Verh. d. Xe Intern. med. Congr. Berlin. Abth. 10 S. 58. Ueber die Adaption im gesunden und kranken Auge.

Scheiner: Geref. Mauthner S. 121.
Schmidt: Inaug. Diss. Würzburg 1897. Die Intermittenszahl bei Lichtempfindung.
Schoute: Diss. Leiden 1898. Waarnemingen met een enkelen netvlieskegel.
Schoute: De grootte der verstrooiingscirkels op het netvlies. Tijdschr. v. Geneesk. 1900—2—774.
Schwalbe: Anatomie der Sinnesorgane S. 584.
Schultze: Geref. Helmholtz Phys. Opt. 2e. Aufl. 256.
Schweigger: Archiv. für Augenheilk. 36 S. 6. Extraction mit Lappenschnitt.
Seggel: 19e. Vers. Ophth. Ges. Heidelberg 1887.
Seggel: Ueber den Einflus der Beleuchtung auf die Sehschärfe und die Entstehung von Kurzsichtigkeit. Münchner medic. Woch. 1897. S. 1011
Sewall: Journal of Physiol. Vol. 5 p. 132. On the physiol. effect of light, which enters the eye through the sclerotic coat.
Seyfert: Wundt's Philos. Stud. 14 S. 550. Ueber die Auffassung einfachster Formen.
Sigalas: Cours d' optique médicale. Bordeaux 1894 (Referaat).
Simon: Zeitschrift f. Psychol. 21 S. 433. Ueber die Wahrnehmung von Helligkeitsunterschieden.
Snellen Sr.: Graefe-Saemisch 1e. Aufl. Bd. 3. Eidoptometrie.
Snellen Sr.: Notes on vision and retinalperception. Bowman Lecture London 1896.
Snellen Sr.: Optotypi ad visum determinandum.
Snellen Sr: Over maatseenheden bij functioneel van onderzoek van het oog.
Sorel: La revue scientif. 45 p. 564. La vision des objets élevés.
Sous: Traité d' Optique 1879 (Referaat.)
Steiger: Archives d' Ophth. T. 12 p. 778. (Referaat)
Stettler: Beiträge zur Augenh 18 S. 1. (Referaat). Hat der Flächeninhalt der Probebuchstaben Einfluss auf das Ergebniss der Sehschärfemessung?
Striedinger: cf. Mauthner S. 132.
Sulzer: Annales d' Ocul. T. 121 p. 451. Remarques sur la mesure de l' acuité visuelle.
Schucking Kool: Diss. Leiden 1900. De onderlinge

waarde van netvliesbeeld en oogbeweging bij de beoordeeling van lengteafmetingen.
Shermann: Wundt's Philos. Stud. 13. S. 434 Ueber das Purkinje-Phaenomen im Centrum der Netzhaut.
Tigerstedt und Bergqvist: Zeitschrift f. Biol. 19 S. 5—44. Ueber den Apperceptionsdauer zusammengesetzter Gesichtsvorstellungen.
Treviranus: Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Sinneswerkzeuge 1828 S. 34 cf. Wagner's Handwörterbuch Bd. 3.
Tschermak: Pflüger's Archiv. 70—2—297. Ueber die Bedeutung der Lichtstärke und des Zustandes des Sehorgans für farblose optische Gleichungen.
Tscherning: Optique physiologique. 1898 p. 257.
Treitel: Graefe's Archiv. 33—2—73 Ueber das Verhalten der normalen Adaptation.
Treitel: Graefe's Archiv. 35—1—50. Ueber den Lichtsinn der Netzhautperipherie.
Urbantschitsch: Pflüger's Archiv. 31 S. 280. Ueber die Wechselwirkungen der innerhalb eines Sinnesgebietes gesetzten Erregungen.
Uhthoff: Archiv. f. Anat. und Physiol. 1885 S. 331. Ueber das Verhältniss der Sehschärfe zur Beleuchtungsintensität.
Uhthoff—König: Verh. der physik. Gessellsch. Berlin 1889 S. 9. Ueber die Abhängigkeit der Sehschärfe von der Beleuchtungsintensität bei spectraler Beleuchtung.
Uhthoff: Zeitschr. f. Psychol. Bd. 1 S. 155. Ueber die kleinsten wahrnehmbaren Gesichtswinkel in den verschiedenen Theilen des Spectrums.
Uthoff: 9e Ophthalm Congr. p. 325. Ueber die Beeinflüssung des centralen Sehens durch seitliche Blendung.
Uhthoff: Graefe's Archiv. 32—1—171. Ueber das Abhängigkeitsverhältniss der Sehschärfe von der Beleuchtungsintensität.
Uhthoff: Graefe's Archiv. 36—1—33. Weitere Untersuchungen uber die Abhängigkeit der Sehschärfe von der Intensität sowie von der Wellenlänge im Spectrum.
Vervoort: Graefe's Archiv. 49 S. 348 Die Reaktion

der Pupille bei der Akkommodation und der Convergenz bei der Beleuchtung verschieden grosser Flächen der Retina mit einer constanten Lichtmenge.

Vierordt: Grundriss der Physiol. 5e Aufl. S. 430.

Vierordt: Graefe's Archiv. 9—1—161, 9—3—219. Ueber die Messung der Sehschärfe.

Vintschgau: Plüger's Archiv. 26 S. 324. Zeitbestimmungen der Bewegungen der eigenen Iris.

Volkmann: Wagner's Handwörterbuch III—1 S. 276, 332, 335.

Volkmann: Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes 1836 S. 201.

Volkmann: Physiologische Untersuchungen im Gebiete der Optik 1836 S. 117.

Volkmann: cf. Nordmann S. 37 Noot 1.

Vroesom de Haan: Onderzoek naar den invloed van den leeftijd op de gezichtsscherpte. Utrecht.

de Vries: Nederl. Tijdschr. v. Geneesk. 1901 I p. 329.

v. Walther (Boerma und): Graefe's Archiv 39—2—71 Untersuchungen über die Abnahme der Sehschärfe im Alter.

Weber: cf. Volkmann. Physiol. Untersuch. im Geb. der Optik S. 67.

Wertheim: Graefe's Archiv. 33—2—137 Ueber die Zahl der Seheinheiten im mittleren Theile der Netzhaut.

Wertheim: Zeitschr. f. Psychol. Bd. 7 S. 172 Ueber die indirecte Sehschärfe.

Wolff: Zur Theorie der Irradiation. IIIe Intern. Congr. f. Psychol. Referaat-Zeitschr. f. Psychol. Bd. 20 S. 196.

Wolffberg: Archiv. f. Augenh. Bd. 26 S. 160 Ueber die Functionsprüfungen des Augus.

Wolffberg: Beiträge z. Augenh. 17 S. 1 Ueber die diagnostische Bedeutung der Augenfunctionsprüfungen.

Wolffberg: Graefe's Archiv. 31—1—1 Ueber die Prüfung des Lichtsinnes.

Wülfing: Zeitschr. f. Biol. Bd. 29 S. 199 Ueber den kleinsten Gesichtswinkel.

Wundt: Philos. Stud. 14 S. 1—119 Zur Theorie der raumlichen Gesichtswahrnehmungen.

Wundt: Philos. Stud. 15 S. 287 Zur Kritik tachis toskopischer Versuche.
Wundt: Philos. Stud. 16 S. 61 Zur Kritik tachistoskopischer Versuche.
Klin. Monatsbl. f. Augenh. Bd. 32 S. 161. Tafeln. und Schriftproben zur Bestimmung der Sehschärfe. (St. Petersburg).

STELLINGEN.

I.

De formule van Snellen $V = \frac{d}{D}$ is juist.

II.

Het is noodig, dat bij gezichtsscherptebepalingen door allen dezelfde proefobjecten worden gebruikt. Het meest komen daarvoor in aanmerking de driebeenige haakfiguren (type Snellen), mits zonder inkorting van het middenbeen.

III.

Het menschelijk oog bevat een trichromatisch apparaat, dat gebruikt wordt bij helder licht, en een monochromatisch apparaat, dat functioneert bij schemering.

IV.

Het gedeelte der macula lutea, dat geene macroscopische vaten bezit, is identiek met het physiologisch netvliescentrum.

—

V.

De algemeen gebruikelijke wijze van huiddesinfectie (met warm zeepwater, borstel (aether), alcohol sublimaat) behoeft tot het verkrijgen van een wondverloop zonder pathologische reactie geene verbetering, slechts strenge toepassing.

VI.

Impermeabele handschoenen zijn voor eenen medicus onmisbaar.

VII.

Bij tuberculeuze peritonitis werkt de buiksnede als zoodanig niet genezend.

VIII.

Bij beenamputatie is de plastiek volgens de methode van Bier onnoodig.

IX.

Exstirpatio uteri carcinomatosi per laparotomiam is steeds te verkiezen boven zoodanige per vaginam.

X.

Na laparotomie behoort de etagennaad de eenige naad voor den buikwand te zijn.

XI.

De meening van Pinard, dat bij de keuze tusschen embryotomie en keizersnede, voor de laatstgenoemde operatie de toestemming der vrouw niet noodig is, is onhoudbaar.

—

XII.

Narcose ten behoeve van het onderwijs zonder noodzaak voor de(n) patient(e), is ongeoorloofd.

XIII.

Een patient met ileus zal van de behandeling met opium, atropine en dergelijke middelen slechts zelden eenig voordeel kunnen hebben.

XIV.

De smeerkuur is niet alleen eene inhalatiekuur.

XV.

Urethritis gonorrhoïca chronica wordt locaal het beste behandeld volgens de methode van Janet.

XVI.

Parasieten veroorzaken de carcinomen en sarcomen.

XVII.

De musculus dilatator pupillae wordt gevormd door de membraan van Bruch. De radiaire sphincterbundels (Heerfordt) maken een onderdeel ervan uit.

XVIII.

De diagnose typhus abdominalis moet niet afhankelijk gesteld worden van de agglutinatieproef.

XIX.

Men mag niet aannemen, dat in het lichaam van den mensch glycose ontstaat uit eiwit.

—

XX.

Het bestaan eener internationale pharmacopoea is gewenscht.

XXI.

Het beroepsgeheim moet niet alleen voor artsen, maar ook voor verpleegsters gelden.