



Over gezichtsscherpte bij verschil van verlichting

<https://hdl.handle.net/1874/220884>

A 40192
1897

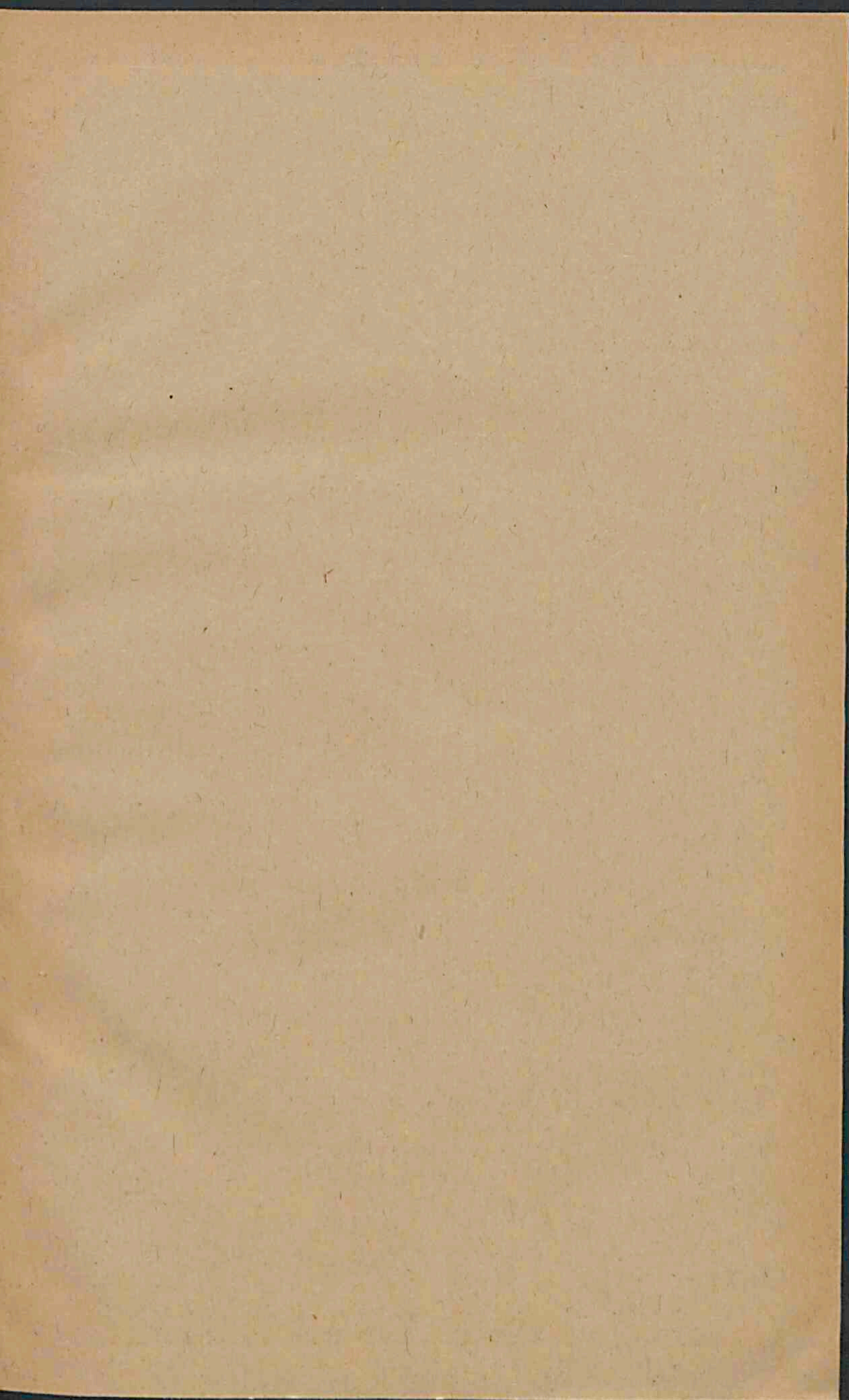
Med. 11 Dec 1897

Over Gezichtsscherpte
bij verschil van Verlichting.

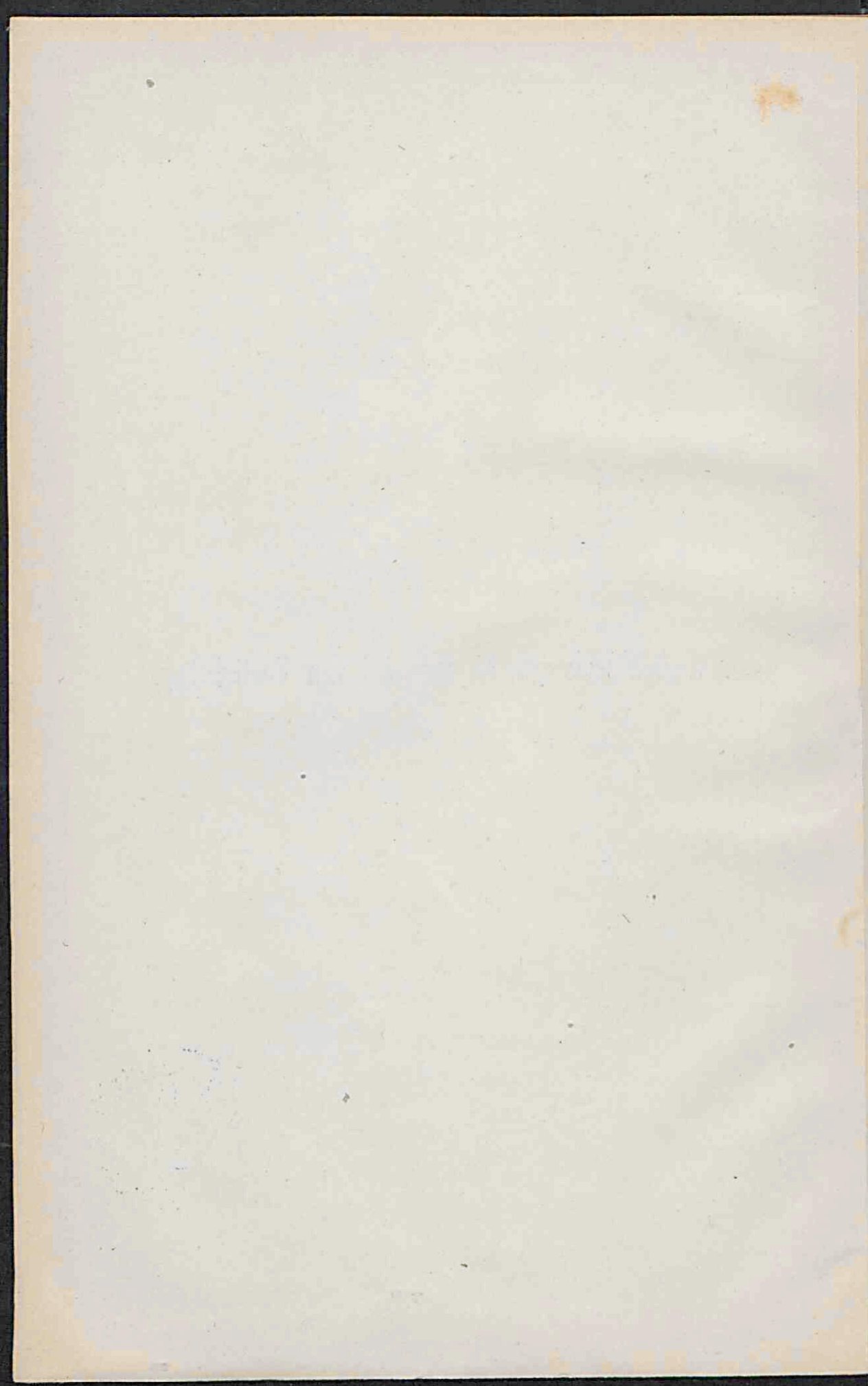
J. PIEKEMA.

u.

A. qu.
192



Over Gezichtsscherpte bij verschil van Verlichting.



Over Gezichtsscherpte bij verschil van Verlichting.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

Doctor in de Geneeskunde

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,

NA MACHTIGING VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS

D^R. J. J. P. VALETON J^R.,

Hoogleeraar in de Faculteit der Godgeleerdheid,

VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT

TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE

FACULTEIT DER GENEESKUNDE

TE VERDEDIGEN

op Zaterdag 11 Dec., des namiddags te 4 uren,

DOOR

JOHANNES PIEKEMA,

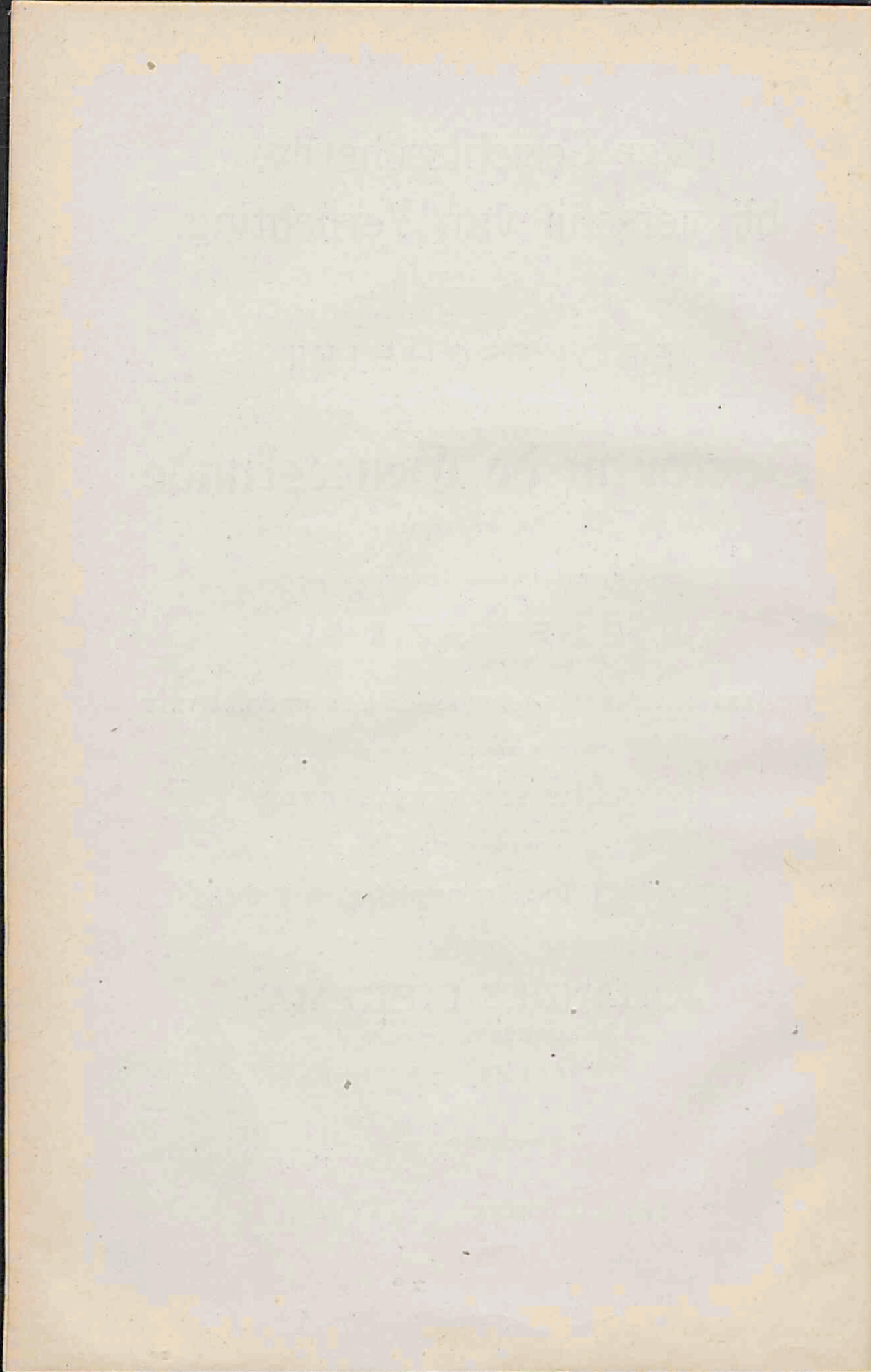
OOGARTS te Arnhem,

GEBOREN TE DEVENTER.



TYP. G. J. THIEME. — ARNHEM.





L. S.!

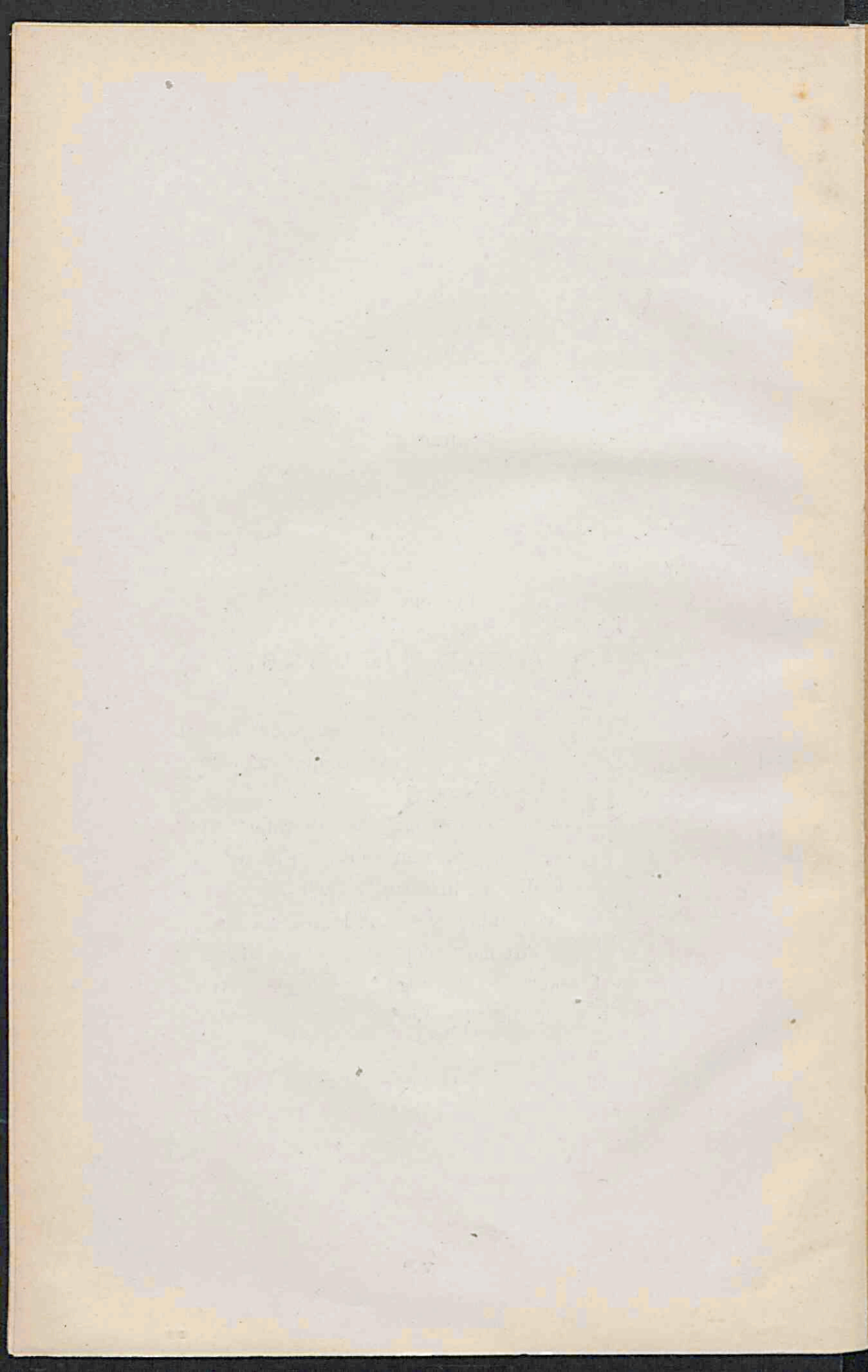
Bij het uitgeven van dit geschrift gevoel ik de behoefte mijn oprechten dank te brengen aan U, Hoogleeraren en Lectoren der Medische en Philosophische Faculteit, voor al hetgeen gij tot mijn vorming hebt bijgedragen.

U, hooggeschatte TALMA betuig ik dien dank in het bijzonder voor de welwillende vriendschap, die ik van af het begin mijner studiën steeds van U ondervond. Met genoegen, hooggeachte ROSENBERG, herdenk ik de jaren, die ik als assistent onder Uwe voortreffelijke leiding werkzaam was. En U, hooggeleerde SNELLEN, geachte Promotor, zij mijn dank gebracht voor al hetgeen gij voor mij deedt. Was Uwe voortdurende belangstelling en hulp voor mij een machtige steun bij het bewerken van dit geschrift, nog meer waardeer ik het, dat gij mij een plaats gaaft als assistent aan het Nederlandsch Gasthuis voor Ooglijders en tevens als privaat-assistent onder Uwe onmiddellijke leiding. Wees overtuigd, dat Uwe gewaardeerde lessen een beslissenden invloed zullen hebben op mijne toekomst.

Mijn vrienden en tijdgenooten uit mijne studentenjaren, ook U wil ik mijn dank niet onthouden voor hetgeen Uw omgang voor mij was in die heerlijke, thans afgesloten periode van mijn leven.

Vaartwel, tot weerziens in de Maatschappij!

AAN MIJNE OUDERS!



I.

Inleiding.

Voor mijn proefschrift koos ik een onderwerp, dat reeds door tal van onderzoekers op min of meer uitvoerige wijze is behandeld.

Intusschen blijft nog menig onderdeel van dit thema met vrucht te bewerken. Belangrijk is deze questie voor theorie zoowel als voor practijk. Terwijl het aan den eenen kant hoogst interessant is, een wet te zoeken tusschen ervaringsfeiten, is zeker aan den anderen kant ook de practische zijde van dit onderwerp niet van belang ontbloot.

Waar de wetgever zich verplicht ziet, te waken voor het belang en het behoud van den werkman en de wetgeving reeds eischt, dat hij in staat gesteld zal worden te arbeiden onder zoodanige voorwaarden, dat zijne gezondheidstoestand daaronder niet, of zoo min mogelijk lijdt, daar moet zeker ook gevraagd worden, onder welke voorwaarden het behoud van het gezichtsvermogen gewaarborgd zal zijn.

Het is een belangrijk onderdeel der Hygiëne, de eischen na te gaan, waaraan uit dit gezichtspunt, fabrieken en tal van andere inrichtingen hebben te voldoen. Tal van factoren zullen hier samenwerken en dikwijls komen hier

de belangen van werkgever en werkman met elkaar in strijd.

De wet moet hier trachten den een zoowel als den ander te voldoen, ze heeft te bepalen, waartoe de een verplicht is en waarop de ander recht heeft.

Wettelijke bepalingen kunnen uit den aard der zaak slechts de grenzen aangeven. Veel moet in bijzondere gevallen aan particulier initiatief worden overgelaten.

Het gebied der arbeidshygiëne is reusachtig groot. Een klein onderdeel daarvan raakt mijn onderwerp, n.l. het bepalen van de minimum hoeveelheid licht, die geëischt wordt voor arbeiders, bij het verrichten van verschillend soort van werk. Het ligt voor de hand, dat voor verschillend soort van werk die eisch verschillend zal zijn. Bij den bouw van werkplaatsen en fabrieken dient rekening gehouden te worden met het aanbrengen van de vereischte hoeveelheid licht op de plaats, waar gewerkt zal worden; derhalve moet er een practische methode worden aangegeven, om die hoeveelheid licht te kunnen meten.

Ik stel mij voor in de volgende bladzijden een vluchtig overzicht te leveren van hetgeen bekend is, over het verband tusschen gezichtsscherpte en verlichting, om daarna eenige proeven te beschrijven, die door ons in deze richting gedaan werden.

Veel dank ben ik verschuldigd voor hulp en steun bij dit werk aan mijn vriend en collega H. A. LAAN, die een deel van dit onderzoek met mij heeft meëgemaakt.

II.

Litteratuur-overzicht.

A. GEZICHTSSCHERPTE.

Wat moeten wij onder gezichtsscherpte verstaan en wat is haar maat? Het is niet van belang ontbloot, na te gaan, welke beteekenis in den loop der tijden door physiologen en ophthalmologen daaraan is gehecht.

Van oudsher heeft er principieel verschil bestaan in de wijze van opvatting der gezichtsscherpte. Aan den eenen kant noemde men de gezichtsscherpte des te grooter, naarmate het waarnemen van afzonderlijke punten onder kleineren gezichtshoek mogelijk is. Aan den anderen kant bepaalde men haar door den kleinsten hoek, waaronder twee punten ten opzichte van elkaar kunnen worden onderscheiden.

Zoo berustten de oudste waarnemingen der Arabieren, op het onderscheiden van sterren van bepaalde grootte, terwijl eerst HOOKE in 1705 trachtte te vinden, onder welken hoek dubbelsterren als zoodanig worden herkend.

Het behoeft ons niet te verwonderen, dat de volgens deze beide beginselen verkregen resultaten zeer uiteen-

liepen. Immers bij beiden treedt de invloed van bijkomende omstandigheden op den voorgrond.

Zoo hangt de mogelijkheid van afzonderlijke waarneming af van de absolute helderheid en van het contrast met de omgeving; dus van omstandigheden, die eigen zijn aan de voorwerpen, terwijl het vermogen, twee punten als gescheiden waar te nemen, meer samenhangt met den bouw der retina.

De bepaling der gezichtsscherpte biedt eene directe vergelijking met de tastwaarneming in de huid. Daar wordt ook als maat niet alleen het percipieeren van een indruk als zoodanig aangenomen, maar ook de bepaling van den kortsten afstand, waarop twee punten van een passer tot elkaar gebracht kunnen worden, om nog als twee afzonderlijke tastindrukken te worden gevoeld.

Het vermogen, een tastindruk op zich zelve waar te nemen, komt overeen met het vermogen een lichtindruk te kunnen opvatten, m.a.w. met den lichtzin.

Deze sensaties kunnen kwalitatief en kwantitatief verschillen.

Ons voorstellingsvermogen en ons combinatievermogen hebben ons geleerd de verschillende lichtgewaarwordingen te rangschikken en te onderscheiden, en ons zoo een oordeel te vormen over de bron van den prikkel.

Men onderscheidt als verschillende functies van het gezichtszintuig:

1. Het vermogen om licht als zoodanig kwantitatief te beoordeelen, welke eigenschap aangeduid wordt met den naam: *lichtzin*.

2. Het vermogen om zich een oordeel te vormen over vorm en afmeting der voorwerpen of wel den *ruimtezin*.

3. Het vermogen de verschillende breekbaarheid der lichtstralen te beoordeelen: *den kleurzin*.

7 4. Het vermogen om een onderscheid te maken tusschen subjectief en objectief licht.

De gezichtsscherpte is een functie van den ruimtezin.

Waarneming door ons gezichtszintuig vordert dat lichtstralen, nadat deze de brekende media zijn doorgedrongen, in ons netvlies een prikkel uitoefenen. Terwijl aan den eenen kant de meerdere of mindere ondoordringbaarheid der brekende media voor objectief, d. i. van de buitenwereld tot ons doordringend licht op den gang der lichtstralen van grooten invloed is, en daarmee op onze waarneming, zoo hangt het van het perceptievermogen van ons netvlies af, of de prikkels, die uit de buitenwereld tot ons komen, in meerdere of mindere mate voor ons duidelijk zullen worden.

Hierbij is verondersteld, dat de geleiding van de retina naar de hogere centra, alsook de functie dier centra zelve, intact zij.

Aan welke elementen in ons netvlies is nu de perceptie der prikkels gebonden? Deze vraag is veelvuldig de aansporing geweest tot onderzoek, zoowel op anatomisch als op physiologisch gebied. Ze hangt ten nauwste samen met het zoeken naar den kleinst mogelijken hoek, waaronder nog juist kan worden waargenomen.

Men wilde uit de afmeting van het retinabeeld het bewijs afleiden voor de hypothese, dat de lichtperceptie gebonden is aan de kegels van het netvlies.

Sedert de ontdekking van de blinde vlek van Mariotte en van den anatomischen bouw der fovea centralis, was

duidelijk geworden, dat niet de zich uitbreidende zenuwvezelen van den nervus opticus, maar bepaalde eindapparaten de functie der perceptie bepaalden. En aangezien de fovea centralis de grootste beteekenis had voor het directe zien en hierin alleen *kegels* voorkomen, moest aan deze de eigenschap der lichtperceptie worden toegeschreven.

Minimaal kleine lichtende punten zijn als objecten voor onderzoek niet beschikbaar, omdat, tengevolge van de sphaerische aberratie, de vereeniging der lichtstralen in ons dioptrisch stelsel niet volkomen is. Tengevolge van de afwijkingen in den bouw van ons oog, ontstaan verstrooiingscirkels op het netvlies en de schijnbare grootte van een voorwerp zal verschillend zijn, naarmate die verstrooiingscirkels verschillen.

Deze hangen weer van verschillende omstandigheden af. VOLKMANN ¹⁾ heeft terecht hierop gewezen, als een bron van fouten in tal van onderzoekingen. Ook bij het bepalen van de grenswaarde van afstand tusschen twee voorwerpen, moet volgens VOLKMANN, met irradiatie en dispersie rekening gehouden worden.

Want hierdoor wordt die afstand noodzakelijk kleiner.

Ook AUBERT ²⁾ toonde aan, hoe weinig waarde men kon hechten aan de bepaling der kleinst waarneembare retinaalbeelden.

VOLKMANN ¹⁾ heeft de irradiatie-grootte trachten te bepalen en, niettegenstaande deze bron van fouten

1) VOLKMANN: Art. „Sehen” in Wagners Handwörterbuch der Physiologie III p. 272.

2) AUBERT Physiologie der Netzhaut.

hierdoor vermeden wordt, spreekt toch AUBERT de meening uit, dat ook uit deze waarnemingen niet tot de grootte der kleinst waarneembare retinaalbeelden kan worden besloten.

TOBIAS MAYER ¹⁾ deed proeven over de gezichtsscherpte met stellen van lijnen en trachtte daaruit een formule af te leiden. De waarnemingen der astronomen wijzen vooral op den grooten invloed van het contrast. Zoo zijn de manen van Jupiter eerst met een kijker ontdekt, terwijl hunne afstand van Jupiter toch groot genoeg is, om, onder daartoe geschikte omstandigheden, waarneembaarheid aannemelijk te maken. Zij worden overstraald door Jupiter zelf ²⁾. Een zekere SCHOEN is de eenigste mensch, van wien bekend is, dat hij ze zonder kijker heeft kunnen zien. Hij was tevens de eenigste bekende persoon, wiens lens vrij was van onregelmatig astigmatisme.

MAEDLER en HUMBOLDT beweren, dat sterren, aangeduid met α Capricorni, die $6\frac{1}{2}$ minuut van elkaar afstaan, voor goede oogen nog zichtbaar zijn, maar toch reeds aan de grens van waarneembaarheid staan, terwijl volgens HOOKE onderscheiding van twee dubbelsterren nog mogelijk is, onder een hoek van $60''$.

Volgens MAUTHNER zijn de beweringen van HOOKE per se onjuist ³⁾. Ook AUBERT was reeds hiertegen opgekomen.

1) TOBIAS MAYER: Experimenta circa visus aciem. Comm. soc. reg. Goetting. Tom. IV ad annum 1754 p. 97—112.

2) MAUTHNER: Die Optischen Fehler des Auges pag. 124.

3) MAUTHNER, Ibidem pag. 125.

Het is vooral de groote invloed van het contrast, die sterren ongeschikt maakt tot berekening van het kleinste waarneembaar retinabeeld.

Volgens MAUTHNER ¹⁾: „kann ein Auge, dass normale „Sehschaerfe im Sinne SNELLENS besitzt, welches also „unter einem Winkel von einer Minute differenzirt, unter „den günstigsten Bedingungen nur Sterne unterschei- „den, die nicht weniger als fünf Minuten von einander „abstehen” ²⁾.

Uit het feit, dat de waarnemingen, die ons van de Arabieren omtrent het zien van sterren zijn medegedeeld, in vele opzichten met de uitkomsten van latere onder-

1) MAUTHNER l. c. pag. 126.

2) Prof. SNELLEN wees mij op het gewenschte, de uitspraken van MAUTHNER over het onderscheiden van sterren aan eene contrôle te onderwerpen. Gebruik makende van kunstmatige sterren in den vorm van kleine gaatjes, geprikt in zwart papier met een sterke lichtbron daarachter, trachtte ik mij een oordeel te vormen, hoe deze zich verhouden aan de grens van waarneembaarheid. Als ze door hunne fijnheid aan deze grens zijn gekomen, verdwijnen ze dan, als men een schitterenden Jupiter er naast prikt? Hoe is hier de invloed van bijkomend licht?

Bij het nemen dezer proeven, bleek mij, dat de sterren zichtbaar blijven zoolang een behoorlijke afstand tusschen beide blijft bestaan. Verkleint men dezen afstand om de grenswaarde te zoeken, dan komt er een oogenblik, waarop de lichtzwakke ster verdwijnt. Ik kon daarbij echter niet uitmaken, of dit een gevolg van overstraling is door den schitterenden Jupiter, dan wel een direct gevolg van de irradiatie. Aanvankelijk nam ik waar in het duister. Verlicht men nu zijne omgeving dan blijven de sterren zichtbaar, zoolang de verlichting van de omgeving van den waarnemer geringer is, dan het licht, dat den kunstmatigen sterren het aanzijn schenkt. Is de verlichting beiderzijds gelijk, dan verdwijnen de sterren.

Dit laatste toont aan, hoeveel invloed door het contrast wordt uitgeoefend.

zoekers overeenkomen, leidt MAUTHNER ¹⁾ niet onaardig af, dat de gezichtsscherpte bij den mensch in den loop der eeuwen geen verandering van beteekenis heeft ondergaan.

Ofschoon waarneming onder nog veel kleineren gezichtshoek niet onmogelijk is, (men denke aan hetgeen ALEXANDER VON HUMBOLDT in dit opzicht meedeelt van Indianen) duiden de onderzoekingen van HUEK, AUBERT, MAYER, WEBER, BERGMANN, VOLKMANN en HELMHOLTZ aan dat een gezichtshoek van 1 minuut de grens van duidelijke onderscheiding van twee punten is. Berekent men nu voor het schematische oog de afmeting van het retinabeeld, dan komt men in overeenstemming hiermee tot een grootte van 0,0043202 mM. ²⁾

Zal nu lichtperceptie door de kegels plaats vinden, dan moest de dwarsche afmeting van deze kleiner zijn dan 0,0043202 mM.

Nadat voor een oogenblik de onderzoekingen van VOLKMANN in 1863, over de irradiatie-grootte, de schoone theorie der perceptie in de kegels aan het wankelen dreigde te brengen, daar volgens deze voor minstens drie lichtindrukken plaats was op één kegel, kwamen BERGMANN, AUBERT en HELMHOLTZ tegen diens beweringen op ³⁾.

In 1867 leverde HIRSCHMANN voor zich zelf het bewijs, dat onder de gunstigste omstandigheden de gezichtshoek minstens 50 seconden bedraagt ³⁾.

Naar de voorstelling van MAX SCHULZE, HENSSEN en HELMHOLTZ zijn de uiteinden der kegels de lichtpercipieerende elementen.

1) MAUTHNER l. c. pag. 124.

2) Ibidem pag. 127.

3) Ibidem pag. 130.

De doorsneden dezer uiteinden zijn volgens MAX SCHULZE ¹⁾ 0,001 mM. Neemt men dit als basis aan, dan zijn niet alleen de beweringen van VOLKMANN te verklaren, maar moeten we ons bovendien verwonderen, dat ons perceptievermogen, trots alle gebreken van het dioptrisch stelsel, niet nog grooter is.

Indien de lichtperceptie in het netvlies aan de aanwezigheid van de kegels gebonden is, ligt het voor de hand een verband te zoeken tusschen de mate van gezichtscherpte en het aantal kegels, dat geprikkeld moet worden, om een bepaalde waarneming voor ons te doen geboren worden.

We komen zoo tot de vraag: welke is de maat, die we voor de gezichtsscherpte gebruiken?

In dit opzicht loopen de meeningen uiteen. Vrij algemeen is de gewoonte, hier den gezichtshoek in te voeren, als maatstaf, d.w.z. den hoek, waaronder een willekeurig voorwerp van uit een zekeren afstand wordt gezien.

Nu heeft van oudsher een strijd geheerscht, waar men zich het hoekpunt van den *angulus visorius* moet denken.

Volgens sommigen ligt dit in het eerste knooppunt van het oog, volgens anderen in het draaipunt. Zoo plaatsten ARCHIMEDES en KEPLER het in het middelpunt van het oog, hetwelk voor KEPLER identisch was met het centrum van het *corpus vitreum*.

SCHEINER in zijn werk „*Oculus*” plaatste het dicht bij de achterste lenspool en onderscheidde het duidelijk van het draaipunt, waarvan hij in zijn tijd beweerde: „*oculo*

1) MAX SCHULZE *Retina* pag. 1023.

moto centrum oculi quiescere, nequi moveri nisi ex „capitis accidente motu ¹⁾.”

Meer dan 200 jaar later, legde VOLKMANN het weer in het draaipunt. HELMHOLTZ zocht het hoekpunt in het kruispunt der visierlijnen, d. w. z. in het middelpunt van het door de cornea ontworpen beeld van de pupil.

Vrij algemeen trachtte men de grenswaarde van den hoek te vinden, waaronder twee punten nog juist kunnen worden onderscheiden; men dacht zich de gezichtsscherpte omgekeerd evenredig aan den gezichtshoek. Indien sensatie van licht gebonden is aan prikkeling van kegels, dan zou men zich ook de gezichtsscherpte afhankelijk kunnen denken van de prikkeling van een bepaald aantal kegels, dat voor eenzelfde intensiteit van prikkel voldoende is.

Men zou dan de gezichtsscherpte omgekeerd evenredig kunnen stellen aan het aantal kegels, of, indien de verspreiding daarvan in de retina gelijkmatig ware, met het retinaal-oppervlak, hetgeen hetzelfde is als de beeldgrootte. Dit is geheel iets anders dan de voorstelling van de gezichtsscherpte zooals ze wordt bepaald door den gezichtshoek.

Immers hier bepaalt men uitsluitend de *liniaire* afmeting van het voorwerp, niet het oppervlak. DONDERS en SNELLEN nemen als basis den gezichtshoek aan. SNELLEN ²⁾ zegt:

„Tot bepaling der gezichtsscherpte meten we den „kleinsten hoek, waaronder voorwerpen van bekende „grootte en bekenden vorm worden herkend. De waarde

1) Conf. MAUTHNER l. c. pag. 121.

2) SNELLEN, H., *Optotypi ad visum determinandum* 1861.

„van den hoek, waaronder het oog bepaalde voorwerpen onderscheidt, is afhankelijk van de reeks van percipieerende zenuwelementen, die door de afmeting van het netvliesbeeld worden ingenomen.”

De gezichtsscherpte ware, juist uitgedrukt, omgekeerd evenredig aan het aantal percipieerende netvlieselementen, die onder den kleinsten gezichtshoek, waarbij zekere vormen worden herkend, door het netvliesbeeld ingenomen worden. De bepaling der gezichtsscherpte, als omgekeerd evenredig aan den kleinsten gezichtshoek, geeft dus geen volstrekte, maar een relatieve waarde.

SNELLEN meet nu toch met een liniaire maat, omdat dit voor de practijk oneindig veel gemakkelijker is. Men kan daarbij aan de formule: $v = \frac{d}{D}$ terstond zien, op welken afstand de bepaling gedaan is, hetgeen voor vergelijking met latere resultaten groot gemak oplevert.

Indien we ons slechts rekenschap geven, dat deze wijze van uitdrukking eigenlijk niet geheel overeenkomstig de werkelijkheid is, maar, dat de werkelijkheid daaruit telkens kan worden afgeleid, dan kunnen we immers steeds daar, waar het er op aankomt nauwkeurige resultaten te verkrijgen, herleiden tot de uitdrukking in vlaktemaat.

Wanneer A de letters van No. 60 op 6 meter afstand en B de letters van No. 6 op denzelfden afstand ziet, dan hebben ze, volgens de practische uitdrukking, respectievelijk een *visus* van 6/60 en 6/6, of, m. a. w.: de gezichtsscherpte van A is een tiende van die van B. Stellen we echter de gezichtsscherpte omgekeerd evenredig aan het oppervlak van het retinabeeld, dan heeft A een *visus* van 36/3600 en B een *visus* van 36/36.

Volgens deze uitdrukking is de gezichtsscherpte van B dus honderd maal zoo groot als die van A.

VIERORDT ¹⁾ heeft reeds een lans gebroken voor de opvatting, dat deze uitdrukking de voorkeur verdient.

Het is niet van belang ontbloot, een oogenblik stil te staan bij den strijd, door hem en DONDERS daarover gevoerd.

In het Archiv für Ophthalmologie Jahrgang IX Abtheil. 1, pag. 163 beweert hij:

„Wenn ich auch gern zugebe, dasz die Beschaffenheit „der Sehschärfe selbst auf die Vorstellung von einem, „numerisch nicht mehr bestimbaren Einflusz ist, so „nähert man sich doch, jenen quadratischen Sehproben „gegenüber, der Wahrheit sehr viel mehr, wenn man „annimmt, die Sehschärfe betrage in obigen Beispielen „nicht $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$, sondern $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{16}$ der Norm.“

DONDERS ²⁾ laat dit niet onbeantwoord en schrijft in hetzelfde Archiv für Ophthalmologie:

„Sehschärfe kann nur aus der Auffassung von Formen „abgeleitet werden und um eine Form auf den n-fachen „Abstand überhaupt n-fach leichter auf zu fassen, musz „jeder Durchmesser n-fach grösser sein. Mir scheint dies „klar und einleuchtend. Wollte man dennoch behaupten „dasz die Sache conventionell sei, so genügt die Antwort, „dasz wir nun einmal übereingekommen sind und dasz „es keine Gründe gibt um davon ab zu weichen. Auf „anderem Gebiet hat man ja ebenso gemacht. Wenn

1) VIERORDT, Archiv für Ophthalmologie, Abtheil. I, B IX, pag. 161 s.q. en Abtheil. III, pag. 219 s.q.

2) DONDERS l. c. Abtheil. II, pag. 220.

„Astronomen und Microscopiker sich einmal entschliessen
 „möchten, die Vergrösserungen nach quadratischen Ver-
 „hältnissen anzugeben, so könnten die Ophthalmologen
 „vielleicht daran denken nach denselben Verhältnissen
 „die geforderten Vergrösserungen des Netzhautbildes bei
 „verminderter Sehschärfe zu beurtheilen. Darauf können
 „wir ruhig warten.”

Ongetwijfeld was het de eerbied voor den grooten
 Physioloog-Ophthalmoloog, die VIERORDT noopte in zeer
 beschroomde taal zijn standpunt te verdedigen.

Hij laat zich echter geenszins van zijn stuk brengen,
 maar voert, m. i. zeer terecht, aan dat de kwestie niet
 direct te vergelijken is met de gewoonte: „von den
 „Optikern, welche ihre Vergrösserungen nicht nach qua-
 „dratischen Verhältnissen der Durchmesser anzugeben
 „pflegen”, — eenvoudig omdat het er voor de practijk
 niet op aankomt en zelfs voordeel oplevert, dat kleine
 en gemakkelijk te vergelijken getallen tegenover elkaar
 worden gesteld.

In deze kwestie is er niet alleen sprake van vergelij-
 king van de grootte van retinabeelden, maar van de
 vraag, in hoeverre elementairstaatsaankomsten bijdragen
 tot het tot stand komen van een totaalindruk.

VIERORDT heeft, mijns inziens, volkomen gelijk, als hij
 beweert dat de zaken niet identiek en dus niet direct
 vergelijkbaar zijn.

Van de beteekenis, die men hecht aan het begrip *visus*,
 hangt af de betrekking, die men zal vinden tusschen de
 gezichtsscherpte en de verlichting. Moet men nu een
 linaire of een quadratische maat gebruiken?

Indien de linaire al voor de practijk voldoende is,

zullen we toch ook de vlaktemaat tot grondslag moeten leggen aan elk betoog, betreffende het zoeken naar een verband, een wet.

Wil men de resultaten van eigen onderzoek vergelijken met hetgeen anderen gevonden hebben, dan dient men zijn maat gelijk te stellen aan die van andere onderzoekers, aangezien men anders niet-identische dingen naast elkaar gaat stellen.

Schier alle opgaven op practisch gebied geschieden volgens de formule van SNELLEN. Daarom vindt men ook in mijn curven en waarnemingen de visusbepaling op die wijze gehandhaafd.

Ik stel echter in enkele schema's de quadratische voorstelling naast de gewone, om het verschil duidelijk aan te toonen. Indien ik alle verschillende soorten van letterproeven, die zijn aanbevolen, zou willen bespreken, dan zou dit geschrift zijn eigen grenzen te buiten gaan. Genoeg zij, op te merken, dat ik van de bekende Snellen'sche haakfiguren gebruik maakte, die men niet zoo spoedig van buiten kent als de letters, en die dus groo-teren waarborg tegen autosuggestie geven.

B. INVLOED VAN DE VERLICHTING OP DEN VISUS.

De dagelijks opgedane ervaring, dat men bij meer licht beter en bij minder licht minder scherp begint te zien, doet a priori de gedachte ontstaan, dat er tusschen verlichting en gezichtsscherpte een vast en eenvoudig verband zal bestaan.

Maar gelijk vele aprioristische voorstellingen onjuist zijn, zoo schijnt het ook met deze gesteld.

Een zekere mate van afhankelijkheid bestaat, maar het verband tusschen beiden is niet zoo regelmatig, als men zich dat allicht denkt.

Bovendien heeft men met zooveel verschillende factoren rekening te houden, dat het opsporen van dat verband niet gemakkelijk is. Het is zoo goed als onmogelijk, bij een onderzoek in deze richting, alle bronnen van fouten uit te sluiten.

Dit is misschien een verklaring voor het feit, dat zoovelen tevergeefs een oplossing voor dit belangrijke en moeilijke vraagstuk hebben gezocht.

Bij een onderzoek naar de bronnen dier fouten, geldt allereerst de vraag, wat door anderen op dit gebied is gedaan.

Omtrent het verband tusschen gezichtsscherpte en verlichting heerschen groote verschillen van meening.

Als eerste experimentator op dit gebied wordt vermeld

TOBIAS MAYER ¹⁾, die in 1754 te Goettingen astronoom was.

Deze bepaalde de gezichtsscherpte voor bepaalde stellen van lijnen bij daglicht en bij kunstlicht.

Uitgaande van de stelling, dat de verlichting omgekeerd evenredig is aan het vierkant van den afstand tusschen voorwerp en lichtbron, varieerde hij zijne verlichting, door een kaars van een afstand van 13 voet langzamerhand tot op 1/2 voet te doen naderen en nu telkens te meten, op welken afstand hij bij een bepaalde verlichting de lijnen herkennen kon.

Zijne waarnemingen gaven hem aanleiding tot het opstellen van de formule: $s = 158'' \sqrt{a}$, waarin:

s = de gezichtshoek,

a = de afstand van lichtbron tot voorwerp.

Daar de lichtintensiteit $h = 1 : a^2$ is, wordt deze formule:

$$s = \frac{158''}{\sqrt{h}}.$$

De gezichtshoek is dus omgekeerd en bijgevolg de gezichtsscherpte recht evenredig met den zesden machts-wortel uit de intensiteit van het licht.

Ik kan niet nalaten hierbij op te merken, dat voor deze waarnemingen alle storende reflexen totaal moeten zijn uitgesloten. Want bij verandering van afstand zal ook de invloed van de summatie der reflexen een andere zijn.

MAYER heeft er blijkbaar geen rekening mede gehouden, ten minste hij maakt er in het geheel geen melding van.

1) TOBIAS MAYER: *Experimenta circa visus aciem*. Comm. soc. reg. Goettingen Tom. IV ad annum 1754 pag. 97—112.

Geciteerd in:

AUBERT: *Physiologie der Netzhaut* pag. 82.

POSCH: *Archiv. f. Augenheilk.* Bd. V p. 17, 1876.

FÖRSTER ¹⁾ kwam in 1857 door een reeks van proeven tot het resultaat, dat, naarmate de gezichtshoek kleiner is, de helderheid grooter moet zijn, zoo nog waarneming tot stand komen zal.

In 1865 heeft AUBERT ²⁾ bij daglicht, dat door diaphragma's van verschillende grootte in een donker vertrek werd toegelaten, met schriftproeven van JAEGER waarnemingen gedaan, waaraan hij zelf geen conclusies ontleent.

Zij gaven MAUTHNER ³⁾ aanleiding tot een berekening en tot de uitspraak, dat AUBERTS methode de beste was: „um unter Verwendung des diffusen Tageslichtes zu jener Lösung der Frage zu kommen, die überhaupt „möglich ist.“

MAUTHNER neemt ook hier voor den visus eene quadratische en niet eene liniaire maat, op voorstel van VIERORDT, en maakt melding van den strijd, hierover tusschen VIERORDT en DONDEES gevoerd. Hij schaart zich, waar het er op aankomt een wet te vinden, beslist onder de voorstanders van de opvatting van VIERORDT.

Hier zij in het voorbijgaan de aandacht gevestigd op het feit, dat AUBERT schriftproeven van JAEGER als object gebruikte, die voor dit doel minder geschikt zijn. Bovendien is in het geheel geen rekening gehouden met het inconstante van het daglicht.

In de Engelsche uitgave van SNELLEN'S ⁴⁾ Test-Types van 1866 vindt men op pagina 7:

1) Conf. MAUTHNER l. c. pag. 144.

2) AUBERT, Physiologie der Netzhaut.

3) MAUTHNER l. c. pag. 146.

4) SNELLEN. Test Types for the determination of the acuteness of Vision. Utrecht, v. D. WEIJER, 1866.

„The amount of $\mathcal{V}$ is dependent on the intensity of „light. Insufficient intensity, but also to great intensity „of light lessens $\mathcal{V}$. The most favourable amount of $\mathcal{V}$ „is variable, and depends especially upon the degree of „light, to which the eye has been exposed immediately „before. Independently of the strength of light, $\mathcal{V}$ is in- „fluenced moreover by the contrast between the white „and black of the letters. The contrast as well as the „illumination of the letters is therefore required to be „of constant value during our experiments.”

We vinden hier het verband aangeduid, echter zonder dat nader experimenteel is nagegaan wat de grenzen daarvan zijn.

In het jaar 1873 verscheen van de hand van Dr. TH. KLEIN te Parijs een belangrijk werkje, waarin proeven zijn beschreven, ondernomen, om een verband tusschen verlichting en *visus* aan te toonen ¹⁾. Zijne opvatting der gezichtsscherpte blijkt uit de volgende aanhalingen: (pagina 12) „La faculté plus ou moins grande de percevoir „deux points séparés a reçu le nom d'acuité visuelle”, en (pagina 16): „Deux objets lumineux sont perçus „séparément, lorsque la moitié au moins de leurs images „touche deux éléments rétinien non contigus et que „l'élément intermédiaire est semblablement affecté par „un intervalle obscur”.

KLEIN werkte bij electrisch licht en heeft in tal van curven zijne waarnemingen neergelegd. Hij heeft over het algemeen bij grootere intensiteit van verlichting

1) KLEIN: De l'influence de l'éclairage sur l'acuité visuelle. Paris 1873.

geëxperimenteerd dan wij deden. Zijne opvatting, dat bij eene toename van de sterkte van het licht tot 10000 eenheden, nog steeds een vermeerdering van gezichtscherpte kan worden aangetoond, vond ik niet bevestigd. Integendeel, reeds bij veel lageren graad van verlichtingsintensiteit vond ik de grens van de toename.

Boven de intensiteit van het licht van ongeveer 50 normaalkaarsen loopt in onze curven de lijn, die een graphische voorstelling geeft van de vermeerdering van visus bij toename van licht, nagenoeg horizontaal. In ieder geval is de toename zóó gering, dat men ze verwaarloozen mag.

Herhaaldelijk was ik in de gelegenheid, mij hiervan te overtuigen. Ik bepaalde hiertoe mijn visus bij verlichtingsintensiteiten van respectievelijk 100, 700, 900 en 1600 normaalkaarsen, nadat ik telkens eenigen tijd had doorgebracht in een ruimte, waar de lichtsintensiteit niet meer dan 10 normaalkaarsen vertegenwoordigde.

Het bleek uiterst moeilijk, uit te maken, of hier nog toename van visus moest worden aangenomen; in elk geval was ze zoo gering, dat ze in onze curven niet tot uiting komt.

Op een prijsvraag, in 1876 uitgeschreven door de Faculteit van Insbrück, waarbij eene mathematische wet gevraagd werd, betreffende het verband tusschen visus en verlichting, kwam een antwoord in van POSCH ¹⁾, dat een bekroning waard gekeurd werd.

Hij gebruikte kunstlicht en bekeek verschillend ge-

1) POSCH, A., Über Sehschärfe und Beleuchtung. „Archiv für Augenheilk. Bd. V. pag. 17. 1876.

richte groepen van witte door even breede zwarte tussenruimten gescheiden evenwijdige lijnen. Deze werden telkens anders gerangschikt, zoodat hier zelfbedrog was uitgesloten.

Posch en zijn assistent, beiden vrij van astigmatisme waren de waarnemers. De reflexen der wanden werden voorkomen door de lamp in de lantaarn van DUBOSQ te plaatsen en den uittredenden sterk divergeerenden lichtkegel op te vangen op een zwart vlak.

Posch vond hierbij: „dass die Sehschärfe wächst, als der Logarithmus aus der Lichtintensität.“

Ook op andere wijze experimenteerde hij, om de verandering van de gevoeligheid van het oog uit te sluiten, en kwam daarbij tot hetzelfde resultaat.

Eindelijk nog controleerde POSCH de proeven van AUBERT, en kwam tot nagenoeg dezelfde uitkomsten. Hij maakt er opmerkzaam op, dat AUBERT een dergelijk resultaat ook verkregen heeft voor de waarneming van lichtverschillen, dat n.l.: de gevoeligheid voor lichtverschillen vermindert als de logarithmus uit de lichtsintensiteit.

In hetzelfde jaar 1876 deed CARP ¹⁾ in Marburg een aantal proeven volgens een methode van SCHMIDT-RIMPLER, n.l. door bij diffuus daglicht voor zijne oogen glazen te plaatsen, wier absorptie-coëfficiënt hem bekend was. Bij dit onderzoek bleek hem, zooals wij zulks ook ondervonden, dat bij het voor elkaar plaatsen van meerdere grauwe glazen, het licht veelal eene violette kleur

1) CARP. Über die Abnahme der Sehschärfe bei abnehmender Beleuchtung, nebst einer neuen Methode, den Lichtsinn zu messen. Marburg, 1876.

verkrijgt. Zoolang men echter slechts ongekleurde voorwerpen beziet, mag dit verwaarloosd worden.

CARP gebruikte de haakfiguren van SNELLEN als proefobject. Terwijl bij proefnemingen, verricht op de wijze, als door CARP gedaan is, de gevonden resultaten gemakkelijk in curven gebracht kunnen worden, heeft zijne methode het nadeel, dat men de sterkte van het licht alleen relatief kent, tenzij men over een' nauwkeurig werkenden Photometer beschikt. CARP zocht niet naar een mathematische wet, maar alleen naar practische resultaten.

Op dezelfde wijze als door CARP, zijn proeven gedaan in 1876 door Doerinckel, en gepubliceerd in een dissertatie:

Ueber die Abnahme der Sehschärfe bei abnehmender Beleuchtung, Inaugural-Dissertation, Marburg 1876.

Ricco ¹⁾ publiceerde in 1877 onderzoekingen in deze richting, waarin hij laat uitkomen, dat de kleinste gezichtshoek, behalve van het licht, afhankelijk is van:

1. de omgeving van het object,
2. de pupilwijdte,
3. de vermoeienis en
4. de gezichtsscherpte.

Opmerking verdient, dat hij de vraag van den wisselenden pupil-invloed aanroert, terwijl COHN, die zich zoo bij uitstek heeft bezig gehouden met onderzoekingen op dit gebied, er nauwelijks melding van maakt. Dat COHN dezen invloed niet scherp omschrijft, behoeft ons in het geheel niet te verbazen, aangezien vooralsnog de vraag,

1) A. Ricco Relazione fra il minima angolo visuale e l'intensità luminosa. Annal. d'Ottalm. Ann. VI, p. 3. 1877.

hoe de pupilwijdte bij beperkte verlichting kan bepaald worden verre van opgelost is. Dit neemt niet weg dat het als een leemte moet worden opgevat, wanneer deze invloed niet als een vermoedelijke bron van fouten wordt aangewezen.

SCHNABEL ¹⁾ deed in 1876 proeven op de wijze van CARP, zonder het absorbtie-vermogen der gecombineerde glazen aan te geven.

Eveneens werden onderzoeken gedaan in 1878 door ALBERTOTTI ²⁾ en door SOUS ³⁾ te Bordeaux. In 1879 door COHN ⁴⁾, waarbij hij letterproeven van BURCHHARDT en SNELLEN aan een beschouwing onderwierp bij gaslicht, daglicht en electrisch licht. Bij het electrische licht was voor beide soorten de gezichtsscherpte grooter, terwijl de grens dezelfde was. Zoo vond hij voor den kleinsten gezichtshoek een hoek van 42—45 secunden, waarmee overeenkomt een retinabeeld van 0,003 mm.

CHARPENTIER ⁵⁾ verkreeg overeenstemmende resultaten in twee reeksen van proeven in 1883, de eene reeks bij daglicht met behulp van een polarisatie-episcotister, de andere bij kunstlicht, onder controle van een photometer.

Zijne curven hebben een parabolischen vorm.

1) SCHNABEL. Die Begleit- und Folgekrankheiten der Iritis. Arch. für Augenhk. Bd. V, I 1876 pag. 115.

2) G. ALBERTOTTI. Über das Verhältniss zwischen v (Sehschärfe) und L. (Helligkeit) Ann. di Ottalm. I S. 1—18, 1878.

3) SOUS. Le Bordeaux médical No. 28 en NAGEL's Jahresberichte voor 1878, pag. 168.

4) COHN. Sehschärfe und Farbensinn bei electr. Licht. Centralblatt f. pract. Augenhk. April.

5) A. CHARPENTIER. Expériences relatives à l'influence de l'éclairage sur l'acuité visuelle. Archives d'Ophthalmologie, III S. 397, 1883.

In hetzelfde jaar kwam COHN voor den dag met een deel zijner talrijke onderzoekingen. In het Archiv für Augenheilkunde, Band XIII pagina 223, vindt men zijne: „Untersuchungen über die Sehschärfe bei abnehmender Beleuchtung”. Na een overzicht der historie van het onderwerp te hebben gegeven, vermeldt hij zijn eigen proeven, waarbij hij op den voorgrond stelt dat er groote individueele verschillen bestaan. Verder dat velen voor dit onderzoek de zieke oogen niet voldoende hebben uitgesloten. COHN legt er den nadruk op, dat het onderzoek over een groot aantal *normale gezonde* oogen moet worden uitgestrekt.

Ook beveelt hij sterk aan, de methode van SCHMIDT-RIMPLER: verzwakking van het licht met behulp van absorbeerende glazen. Hij verricht proeven bij diffuus daglicht dat op de aangeduide wijze gewijzigd wordt en kiest als „Versuchsobjecte” goed lezende verstandige schoolkinderen van 12—14 jaar. SNELLEN's haakfiguren in groote afwisseling dienen als gezichtsproeven, terwijl hij telkens meer licht-opslorpende glazen voor het onderzochte oog brengt. M. i. is dit laatste glad verkeerd, aangezien in het minst geen rekening wordt gehouden met de noodige adaptatie van het netvlies. Het komt mij beter voor, in *omgekeerde* volgorde te beginnen, en uit te gaan van de combinatie van glazen, die het *meest* licht absorbeert.

Het absorptie-vermogen der glazen werd door hem met behulp van verschillende photometers en daarna met een polarisatie-episcotister onderzocht. COHN wijst op de moeielijkheid der photometrische bepaling van de absorptie door de combinaties van glazen. Zelf schrijft hij: „Verdunk-

„lung durch mehr als zwei Gläser liess sich nicht photometrisch bestimmen.“ Ook LEO GRATZ wijst op dit bezwaar ¹⁾.

MACÉ DE LÉPINAY en NICATI ²⁾ stelden in 1884 de kwestie aan de orde van het onderscheid tusschen het zien met één of met twee oogen, en beweren, dat men met twee oogen, bij een licht van x eenheden, evenveel ziet, als met één oog bij een licht van $2x$ eenheden. Volgens anderen ziet men binoculair slechts $1.1 \times$ meer dan monoculair bij hetzelfde licht.

Een deel onzer waarnemingen hebben zich in deze richting bewogen, maar de door ons verkregen resultaten stemmen volstrekt niet met de meening van MACÉ DE LÉPINAY en NICATI overeen. Deze kwestie is van het grootste practisch belang, aangezien bij de meer en meer op den voorgrond tredende vrijwillige of verplichte verzekering tegen gedeeltelijke invaliditeit en ongelukken, de gewichtige vraag moet worden gesteld, hoe hoog het geheel of gedeeltelijk verlies van het gezichtsvermogen van een vroeger gezond oog moet worden getaxeerd.

Daar het verlies van beide oogen gewoonlijk voor alle beroepen en bedrijven totale invaliditeit na zich sleept, wordt door de Maatschappijen in dat geval zonder uitzondering de geheele verzekerde som uitbetaald. Bij verlies van het gezichtsvermogen van slechts één oog, dat vroeger gezond was, betaalt de Zwitsersche Maatschappij tegen

1) Conf. COHN. Archiv. f. Augenhk. Bd. XIII, pag. 237.

2) W. MACÉ DE LÉPINAY et W. NICATI. Recherches sur la comparaison photométrique des diverses parties d'un même spectre. Ann. de Chimie et Phys. 5 Serie XXX.

ongelukken te Winthertür een bedrag, gelijkstaande met 30⁰/₀ van de verzekerde som. Daarentegen keert de Internationale Maatschappij van Verzekering tegen ongelukken te Weenen in hetzelfde geval slechts 25⁰/₀ uit.

Is nu de opvatting van MACÉ DE LÉPINAY en NICATI juist, dan zou de uitkeering eigenlijk 50⁰/₀ moeten bedragen.

We ontmoeten in het jaar 1885 de beschouwingen van UTHOFF ¹⁾, wiens resultaten met die van KLEIN menige overeenkomst vertoonen. UTHOFF ontkent ten slotte zoo sterk mogelijk het bestaan van een vaste wet van het verband tusschen *visus* en verlichting.

Niettegenstaande tal van nauwkeurige waarnemingen door hem waren gedaan, en een wiskundig specialiteit door een groot aantal berekeningen uit de gegevens een wet trachtte af te leiden, moesten alle in het werk gestelde pogingen als tevergeefs worden beschouwd.

UTHOFF erkent den invloed der pupilwijdte te hebben verwaarloosd, maar wijst er tevens op dat dit geschieden mag, als men alleen practische resultaten beoogt.

Hij twijfelt zelf aan de juistheid zijner resultaten, waar het de waarnemingen bij zwakke verlichting betreft. Behalve de invloed der geringere verlichting, krijgt hier de beeldgrootte een andere beteekenis, zoodra de beelden grooter worden dan de Fovea centralis.

COHN ²⁾ levert in 1876 een nieuw onderzoek, getiteld:

1) W. UTHOFF. Über das Verhältnis der Sehschärfe zur Beleuchtungsintensität. Du Bois. Archiv. f. Physiologie. S. 231. 1885.

2) COHN. Tagebl. d. 59 Naturf. Vers. in Berlin, No. 6 pag. 222 en Verhandl. d. Physiolog. Geselsch. zu Berlin, No. 6, 7 en 8, 1885.

Ueber Sehschärfe bei photometrirtem Tageslicht und über den Polarisations-Episcotister.

Onder verwijzing op de groote schommelingen in de intensiteit van het diffuse daglicht, die men met een goeden Photometer kan aantoonen, spreekt hij als zijn oordeel uit, dat alleen die onderzoeken vertrouwen verdienen, die onder voortdurende contrôle met een Photometer worden uitgevoerd en dat, met het oog op de voortdurende schommelingen in het daglicht, bepalingen bij kunstlicht de voorkeur verdienen.

In zijne „Vorversuche über die Abhängigkeit der Sehschärfe von der Helligkeit” schrijft hij ¹⁾ zelf: „Wir sind „jetzt noch weit von der Aufstellung eines Gesetzes „über den Zusammenhang von Intensität und Sehschärfe „entfernt.”

COHN gebruikt voor zijn onderzoek bij kunstlicht met den Polarisation-Episcotister uitsluitend ontwikkelde personen, na volledige correctie van bestaande refractieanomalieën, terwijl transparante haakfiguren van SNELLEN in telkens gewijzigden stand als gezichtsproeven dienst doen. Hij laat zijn waarnemers telkens eenige oogenblikken rusten, om de retina tijd tot adaptatie te geven, maar de tijd hiervoor is bij hem veel te kort. Hij erkent trouwens zelf, door onvoldoende adaptatie waarnemingsfouten te hebben gemaakt.

Zijne mededeeling, dat de gemelde proeven zeer inspannend zijn, kunnen we volkomen bevestigen. Vooral, waar we werkten bij zeer geringe graden van verlichting, deed zich spoedig vermoeienis gelden.

1) COHN l. c. Pag.

Dat COHN nergens den invloed van de pupilwijdte vermeldt, hebben we reeds opgemerkt.

Zeer groote individueele verschillen werden door hem gevonden; zoo werd door een enkele reeds bij een lichtintensiteit van $1\frac{1}{2}$ normaalkaars volle gezichtsscherpte bereikt.

Als gemiddelde vond hij volle gezichtsscherpte bij een lichtintensiteit van 5, 9 normaalkaarsen.

COHN vergeet echter hier geheel en al dat de opvatting der gezichtsscherpte, volgens welke als gemiddelde het onderscheiden onder een hoek van 1 minuut is aangenomen, geheel conventioneel is, en dat dus voor tal van personen *v* gelijk aan $\frac{6}{6}$, niet het maximum is, dat ze bereiken kunnen.

Juist met dit maximum moest hij rekening houden.

Dat bij zoo groote individueele verschillen het opsporen van een wet hoogst moeielijk moet zijn, is m. i. zoo duidelijk mogelijk, altijd verondersteld dat er een zoodanige wet bestaat.

III.

Eigen onderzoek.

Reeksen van waarnemingen werden door ons bij wijze van voorloopige proefnemingen gedaan in de oogspiegelkamers van het Nederlandsch Gasthuis voor ooglijders te Utrecht. Letters, lijnen en haakfiguren van SNELLEN, letterproeven van BURCHHARDT en GUILLERY werden door ons bekeken, bij het licht eener nagenoeg constante vlam, geplaatst in een dofzwarte kast, waarin een spleetvormige opening was, zoodat daardoor alleen de waar te nemen objecten werden verlicht.

De spleet was voor wijziging vatbaar en daarmede de verlichting. Deze wijze van variatie der intensiteit van de verlichting was uit den aard der zaak hoogst primitief en onnauwkeurig, en we ontleenden aan onze wijze van experimenteren dan ook slechts algemeene beschouwingen, geen conclusies van vaststaanden aard. Ze wezen ons de richting aan, waarin we moesten trachten nauwkeurigheid te bereiken, wijzigingen aan te brengen, en gaven ons een zekere voorbereiding voor ons eigenlijk onderzoek.

Het kwam ons voor, dat dergelijke vooroefeningen niet overbodig en waardeloos zouden zijn. Vooreerst bleek ons de groote onbruikbaarheid der objecten van

BURCHHARDT en GUILLERY, die het onderzoek in hooge mate bemoeielijken. Nauwkeurige waarneming was hier lang niet altijd mogelijk en steeds zeer inspannend.

Bij weinig licht, kon het turen op deze hieroglyphen niet lang worden volgehouden, hetgeen natuurlijk op de nauwkeurigheid der waarneming niet zonder invloed moest zijn.

Bovendien vestigden deze waarnemingen ons op de vermoedelijke onjuistheid van de meening van MACÉ DE LÉPINAY en NICATI.

Een en ander hield ons bezig gedurende de maanden December 1895 en Januari 1896.

Daarna kwam ik in de gelegenheid, onder veel gunstiger omstandigheden deze proefnemingen voort te zetten. Door de bereidvaardigheid van den Heer D. VAN DER HORST, Directeur der stedelijke Gasfabriek te Utrecht, onder vergunning van het Gemeentebestuur, was voor Prof. H. SNELLEN eene ruime localiteit dier fabriek, benevens de vereischte hulpmiddelen ter verzekering van constant licht en tot bepaling van de lichtsterkte daarvan, beschikbaar gesteld. Door Professor SNELLEN werd aan den Heer LAAN en aan mij opgedragen om, onder scherpe bepaling der lichtsterkte, eenige reeksen van waarnemingen te doen. Met ingenomenheid aanvaardden we die taak, en gaarne betuig ik hier ZHGel. mijn oprechten dank voor de gewaardeerde vergunning, om de toen verkregen resultaten ook voor mijne dissertatie te mogen gebruiken.

Het bedoelde lokaal was een ruimte, die in andere omstandigheden als steenkolenbergplaats dienst deed en nu voor het grootste gedeelte was ontruimd. Voor zwart

maken der wanden behoefde niet extra gezorgd te worden, daar deze uit den aard der bestemming met een laag, dofzwart kolenstof bedekt waren. De diepte van de loods was ongeveer 20 Meter, de hoogte minstens evenveel en de breedte ruim 50 Meter. Aanwezige spleten en openingen in de wanden werden zorgvuldig dichtgemaakt. Het dak alleen vertoonde enkele reten, doch de hoeveelheid licht, welke hierdoor naar binnendrong, was zóó klein, dat die gerust verwaarloosd worden mocht. Immers, de proeven werden bij avond verricht en bij de tweede reeks onzer waarnemingen, waarbij wij, ter wille van de adaptatie, telkens bij den aanvang geruimen tijd in deze omgeving doorbrachten, voordat de lamp werd aangestoken, was de som van het door spleten en gaten binnendringende licht zóó gering, dat we na een kwartier nog geen hand voor oogen konden zien.

Bij de eerste reeks waarnemingen was de lichtbron een gasvlam met gloeilichtbrander, systeem AUER. Over het algemeen is het licht dezer branders reeds tamelijk constant, n.l. zoo lang de kousjes nieuw zijn. Hier waren echter bovendien bijzondere maatregelen genomen, om de intensiteit van het licht constant te houden. Voor eerst werd door een kleinen gashouder met manometer voor onveranderlijke gasdrukking zorggedragen.

Het gas werd door eene bijzondere inrichting, voordat het den brander bereikte, door benzine geleid, waardoor het lichtgevend vermogen steeds hetzelfde bleef. Bij het begin der proeven werd een nieuw kousje genomen en de intensiteit van het licht nauwkeurig photometrisch bepaald, onder dezelfde omstandigheden, als gedurende het onderzoek, n.l. geplaatst in een dof-zwarte ijzeren kast.

Telkens na afloop werd het licht weer photometrisch onderzocht. Zoo werd nagegaan, of het kousje ook bij voortgezet gebruik in gloeikracht verminderde. Bij de eerste reeks hadden we een vlam van 30 normaalkaarsen. Nadat deze gedurende 80 uren had gebrand, bedroeg de sterkte van het licht nog 29,9 normaalkaarsen. Dat men dezen achteruitgang gerust over het hoofd zien mag, zal wel geen nader betoog behoeven.

We lieten de vlam steeds minstens een kwartier branden, voordat de opnemingen begonnen, aangezien men eerst dan kan rekenen, over constant licht te beschikken.

De ijzeren kast, waarin zich de vlam bevond, was op een onderstel geplaatst, dat over een afstand van 19 Meter over rails kon worden bewogen. Zoo kon het geheel verplaatst worden ten opzichte van een zwart scherm, waaraan de SNELLEN'sche haakfiguren opgehangen waren, die als proefobjecten dienst deden.

Ook konden telkens nauwkeurig de afstanden van waarnemer en lichtbron ten opzichte van deze haakfiguren worden bepaald. De Heer MORTELMANS, Hoofdopzichter der Gasfabriek, was zoo welwillend zich hiermede te belasten en heeft zeer zeker aanspraak op onze groote erkentelijkheid. Het was den waarnemer hierdoor mogelijk, steeds in het donker en daarvoor derhalve geadapteerd te blijven ¹⁾.

1) Ik moet nog vermelden, dat we bij onze voorloopige proeven, in navolging van COHN en anderen, getracht hadden op een uiterst nauwkeurige wijze de verlichting te variëren, door van een Polarisatie-Episcotister gebruik te maken. In dit instrument bevinden zich twee nicolplaatjes, die op den weg der lichtstralen geplaatst zijn en het

Natuurlijk waren ook bij deze dofzwarte omgeving nog altijd eenige reflexen, inzonderheid van den bodem aanwezig. Door de groote afmetingen der loods waren die van de wanden tot een minimum beperkt, zoodat het mij op geenerlei wijze mogelijk schijnt deze vollediger, dan door ons gedaan is, buiten te sluiten.

Alle waarnemingen werden gedaan onder volkomen correctie van refractieanomalieën. Met een glas $c = 0,5$ (as 10 graden temporaal) voor beide oogen werd voor mij de beste visus op afstand bereikt. Dat in deze abnormaal gunstige omstandigheden reeds bij betrekkelijk

licht meer of minder absorbeeren, naar mate ze een anderen stand ten opzichte van elkaar innemen. Met een schroef worden ze ten opzichte van elkaar bewogen, en telkens kan de hoek, dien ze met elkaar maken, nauwkeurig worden afgelezen. Met behulp van eene mathematische formule kan daarbij het absorptievermogen bepaald worden, en zoo men over een bekende en tevens constante lichtbron beschikt, is men in staat den graad der verlichting aan te geven.

Dr. HOORWEG, Leeraar aan de Rijks Hoogere Burgerschool te Utrecht stelde bereidwillig een zoodanig toestel te onzer beschikking, hetgeen echter toen ter tijde ons niet kon voldoen, aangezien we geen lichtbron van voldoende sterkte tot onzen dienst hadden. Bovendien scheen ons het instrument voor dit onderzoek minder practisch, omdat men het voor de oogen houden moet, en het van ter zijde invallende licht dan moeielijk is uit te sluiten.

Tegen de wijze, waarop het door COHN is gebruikt, valt aan te voeren, dat hij in het geheel niet op voldoende adaptatie heeft gelet.

Hij liet zijn waarnemers met een tusschenpoos van slechts $1\frac{1}{2}$ minuut door de nicols turen en beginnen in den stand, waarin het minst licht geabsorbeerd werd, om dan vervolgens tot de zwakkere lichtintensiteiten over te gaan. Behalve, dat de tusschenpoos veel te kort was, had de volgorde eene omgekeerde moeten zijn.

weinig licht een goede gezichtsscherpte bereikt werd, heeft ons niet te verwonderen.

Dit leidde er toe, om ook in meer met de norma overeenkomende omstandigheden ons gezichtsvermogen aan een onderzoek te onderwerpen. Een derde reeks van waarnemingen werd daartoe ondernomen.

A. EERSTE REEKS.

Door wijziging van afstand tusschen voorwerp en lichtbron waren we in staat over de volgende graden van verlichting te beschikken:

Afstand van lichtbron van 30 normaalkaarsen.		Intensiteit van Verlichting.	
1	Meter	30 normaalkaarsen.	
2	"	7,5	"
3	"	3,33	"
4	"	1,88	"
5	"	1,20	"
6	"	0,83	"
7	"	0,61	"
8	"	0,47	"
9	"	0,37	"
10	"	0,30	"
11	"	0,25	"
12	"	0,21	"
13	"	0,18	"
14	"	0,16	"
15	"	0,133	"
16	"	0,117	"
17	"	0,104	"
18	"	0,092	"
19,5	"	0,079	"

Met behulp van een glas, dat naar nauwkeurige photometrische bepaling 50⁰/₀ van het opvallende licht absorbeerde, waren we nog in staat 4 lagere graden van verlichting aan onze reeks toe te voegen.

Zoo bedroeg de verlichting met behulp van dit glas voor de lamp:

op 16	Meter . . .	0,059	normaalkaarsen.
„ 17	„ . . .	0,052	„
„ 18	„ . . .	0,046	„
en „ 19,50	„ . . .	0,040	„

Onze visus werd bij deze reeks voor beide oogen tegelijk bepaald. De voorafgaande tabel toont aan, dat we over een zeer groot aantal graden van verlichting te beschikken hadden.

De uitkomsten onzer opnemingen worden voorgesteld in de bijgevoegde curven en tabellen. De opgegeven waarden voor de gezichtsscherpte, zijn de gemiddelden uit een reeks van waarnemingen.

Het kan niet ontkend worden, dat het aantal dezer waarnemingen nog grooter had kunnen zijn, waardoor de nauwkeurigheid der gemiddelden zeker niet geschaad ware. Daarentegen mag eenig gewicht worden gelegd op den invloed van onze voorloopige proeven, die de waarnemingsfouten geringer maakten, dan anders zeker het geval zou geweest zijn.

Bovendien pleit voor nauwkeurigheid, dat ons beider curven en cijfers ongeveer evenredige opklimming vertoonen, terwijl toch de individueele gezichtsscherpte zeer uiteenliep. Dit evenwijdig loopen der curven wijst reeds op een bepaalde verhouding van gezichtsscherpte en verlichting.

Het is waarschijnlijk overbodig te vermelden, dat we ons de grootste moeite hebben gegeven zoo nauwgezet mogelijk waar te nemen en, zoo objectief als het kon, de gegevens te verzamelen. Telkens zorgden we onze oogen rust te geven, als de ander waarnam, terwijl door een helper de waarnemingen werden opgeteekend. Ook met de wijzigingen van lichtbron en voorwerp ten opzichte van elkaar, hadden we ons niet te bemoeien.

De resultaten der eerste reeks waarnemingen zijn neergelegd in tabel I en in de diagrammen 1, 2 en 7.

In diagram 1 vindt men de arithmetische opklimming op abscis en ordinaat, de *visus* is uitgedrukt in liniaire maat.

In diagram 2 werd de quadratische wijze van voorstelling gekozen voor de gezichtsscherpte. Terwijl bij de gewone wijze van uitdrukking het verschil tusschen de *visus* van P. en L. reeds groot is, wordt dit natuurlijk in dubbele mate het geval, waar de quadratische uitdrukking tot grondslag werd genomen.

Toch ziet men eene merkwaardige overeenstemming in den loop der lijnen: nagenoeg loopen ze evenwijdig binnen bepaalde grenzen. Deze overeenstemming ten opzichte van de lichtsterkte bij twee zoo uiteenlopende graden van gezichtsscherpte, bepaald onder overigens volkomen gelijke omstandigheden, laat een paar conclusies toe. Vooreerst ligt er in opgesloten, dat er een zeker verband moet bestaan tusschen gezichtsscherpte en verlichting bij verschillende personen, want de overeenkomst is te sprekend, om aan louter toeval te kunnen denken. Ten tweede volgt er uit, dat de individueele verschillen zeer groot kunnen zijn, waarop COHN reeds wees, ofschoon

hij veel te weinig beteekenis heeft gehecht aan dit feit. Deze groote verschillen treffen ons hier des te meer, waar het toeval twee personen samenvoerde tot deze waarnemingen, van nagenoeg denzelfden leeftijd, volkomen denzelfden ontwikkelingsgang, bijna volkomen afwezigheid van refractieanomalieën, in alle opzichten normaal en in dezelfde omstandigheden geplaatst. Hoe veel te meer reden is er, aan individueele verschillen te denken, bij menschen, die geheel verschillenden ontwikkelingsgang hebben gehad, waar de een bijv. van jongs af aan genoodzaakt geweest is, op alle mogelijke wijzen zijn gezichtsvermogen te oefenen en te ontwikkelen en geleerd heeft uiterst scherp waar te nemen, terwijl de ander in geheel andere omgeving en verhouding geplaatst, een geheel tegengestelde soort van ontwikkeling heeft gekregen. Maar tegelijkertijd volgt ook hieruit, dat het moeielijk zal zijn, een vaste wet voor het verband tusschen *visus* en verlichting af te leiden, die voor alle individuen geldt; dat men integendeel beginnen moet, met voor ieder afzonderlijk individu een verband op te sporen. M. a. w. men moet rekening houden met het maximum van gezichtsscherpte, dat door elk individu, onder daartoe gunstige omstandigheden, kan worden bereikt en niet als volle *visus* beschouwen, $\mathcal{V} = \frac{6}{6}$, d. w. z. het onderscheiden van twee punten onder een hoek van één minuut.

Tegenover het maximum van licht moet het maximum van gezichtsscherpte worden gesteld, maar dan ook het individueele maximum.

Wil men een algemeen geldende wet voor het verband tusschen gezichtsscherpte en verlichting, en niet een individueele wet, dan dient men den invloed van indivi-

dueele verschillen te elimineeren, door uitstreking van het onderzoek over een zóó groot aantal personen, als nog door niemand is onderzocht.

Dan is ook nog het aantal waarnemingen van COHN veel te gering, om eenigszins betrouwbare resultaten te geven. Hij zelf spoort trouwens reeds aan tot een „Massenuntersuchung”.

Nu is het de vraag echter of de geheele kwestie van het verband tusschen *visus* en verlichting theoretisch zóó belangrijk moet geacht worden, dat de moeite, noodig om tot een resultaat te komen, evenredig is aan de waarde van het resultaat.

En dan wil het mij voorkomen, dat een practisch resultaat, waaraan men op verre na niet zulke hooge eischen behoeft te stellen, van grooter beteekenis is, dan de theoretische, wetenschappelijke zijde der kwestie.

De uitkomsten van alle onderzoekers op dit gebied zijn verschillend. Tal van oorzaken voor deze verschillen zijn aan te wijzen.

Buiten de vele bronnen van fouten, die moeielijk te vermijden zijn, kan, zoowel de individueele opvatting, van wat scherp zien is, als de individueele gezichtsscherpte zelve, deze verschillen verklaren. Het is bezwaarlijk, alle verschillende meeningen en resultaten in bijzonderheden te ontleden. Van de meening van POSCH, dat binnen zekere grenzen de gezichtsscherpte toeneemt met den logarithmus uit de lichtsintensiteit, m. a. w., dat de *visus* arithmetisch zou toenemen, bij eene geometrische toename der gezichtsscherpte, heb ik in mijne waarnemingen niet bevestigd gevonden; integendeel, als men de cijfers uitwerkt, ziet men in mijne uitkomsten den

*v*isus sneller toenemen dan de logarithmus uit de lichtintensiteit.

Bovendien is de constructie van diagram 7 zoo gekozen, dat bij eene arithmetische toename van *v*, eene geometrische toename van *I* (lichtsintensiteit) is aangenomen. Tevens zijn de liniaire en quadratische waarden voor de gezichtsscherpte naast elkaar geteekend. Dat deze elkaar bij de eenheid kruisen moeten, zal zeker geen nader betoog behoeven. Ook in deze lijnen kan men zien, dat de wet van POSCH niet geheel in overeenstemming is met onze resultaten, al hebben de lijnen ook eenige overeenkomst met dezen eisch.

Het is jammer in zekeren zin, dat we bij deze reeks niet over een lichtsterkte van meer dan 30 normaalkaarsen te beschikken hadden. We hadden dan waarschijnlijk, evenals bij de derde reeks, gevonden, dat we bijna aan de grens der stijging van onze gezichtsscherpte gekomen waren. Een enkele maal hadden we een licht van 50 kaarsen en daarbij was onze gezichtsscherpte niet of slechts zéér weinig hooger dan bij 30 kaarsen. Aangezien dit echter slechts éénmaal heeft plaats gehad, hebben we deze waarde niet opgenomen in onze curven, omdat de andere gegevens het resultaat van tal van waarnemingen zijn, waaruit we het gemiddelde namen.

Niet onbelangrijk is ook het verloop der curven, zoolang de lichtsterkte zich beweegt onder ééne normaalkaars. Om dit nóg duidelijker te doen uitkomen, gaven we de diagrammen 1 B en 2 B op een schaal 1 : 30, vergeleken met 1 A en 2 A.

We zien hier, hoe snel de stijging der gezichtsscherpte is, bij toename van licht, zoolang het licht relatief nog

zeer zwak is. Het treft ons bijzonder, dat in de curven van L. reeds volle gezichtsscherpte wordt bereikt, bij een lichtsterkte van 0,4—0,5 normaalkaars.

Dit is een bewijs, hoe groot de invloed van het contrast en van de adaptatie is; bovendien misschien, hoe goed we geadapteerd waren.

Tot mijn leedwezen kan ik tegenover de lijn van L. der eerste reeks in diagram 1 en 2, geen curve stellen in de derde reeks, diagram 3 etc., aangezien deze door L. niet is medegemaakt.

Voor mijne lijnen is, hoewel niet zoo sprekend, toch wel degelijk een verschil tusschen de curven der eerste en die der derde reeks waar te nemen. Bij de bespreking der derde reeks kom ik hierop nader terug.

B. TWEEDE REEKS.

De tweede reeks van waarnemingen werd door ons ondernomen, ten einde de ondergrens der gezichtsscherpte te bepalen. In de curven der eerste reeks is het nulpunt kunstmatig aangegeven, maar niet werkelijk bereikt. Bij deze serie van proeven vonden we echter duidelijk een graad van verlichting, waarbij onze gezichtsscherpte nul was. In dezelfde ruimte, waarin we bij de eerste reeks experimenteerden, en in overigens volkomen gelijke omstandigheden, gebruikten we nu eene lamp van eene sterkte van 2 normaalkaarsen in plaats van 30, zooals te voren. Bij eenen afstand van 16 Meter tusschen het scherm met haakfiguren en de lichtbron, hadden we dus

hiermede een verzwakking van het licht tot 0,0078 normaalkaars in onze macht.

Om nog zwakker licht te krijgen, namen we onze toevlucht tot absorbeerende glazen, wier absorptie-coëfficiënt te voren nauwkeurig was bepaald met behulp van eenen photometer.

Glas No. 2	had een absorptievermogen van	50 %
„ „ 5	„ „ „	76 %
en „ „ 9	„ „ „	98 %

We hebben deze glazen enkelvoudig en gecombineerd gebruikt.

Met glas No. 2 was de lichtsterkte op 16 Meter gedaald tot 0,0039 normaalkaars, met glas No. 5 tot 0,00195 normaalkaars. Wordt nu de lamp gebracht op een afstand van 90,5 centimeter, maar tevens het licht verzwakt door twee vlak tegen elkaar geplaatste glazen, die elk 98 % van het opvallende licht opslorpen, dan is de intensiteit van het uit de tweede plaat uitredende licht 0,000977 normaalkaars.

Tabel II geeft nu aan, over welke graden van lichtintensiteit we bij deze reeks konden beschikken.

We bleven elken avond, voordat we begonnen waar te nemen, na onze aankomst in de beschreven ruimte minstens 15 minuten bij eene lichtsterkte van 0,00000192 normaalkaarsen. Te zamen met het mogelijkerwijze nog door spleten en openingen binnendringende licht, was dit zoo weinig, dat we na een kwartier nog geen hand voor oogen konden zien.

Men zal ons niet kunnen verwijten, dat we niet met de adaptatie voor duisternis rekening gehouden hebben. Bovendien trachtten we ons eenigermate een oordeel te

vormen over het verschil van het zien met één en met twee oogen en met constante en veranderlijke pupil.

Het scheen ons a priori waarschijnlijk, dat de pupilverandering niet zoo heel veel invloed heeft op de gezichtsscherpte. Bij zeer zwakke graden van verlichting is de pupil uiterst wijd, als het ware eene compensatie voor het weinige licht, dat in het oog valt. Bij toename van licht zou men relatief geringere toename van *visus* kunnen verwachten, doordat de pupil kleiner wordt. Hier tegenover staat echter, dat de verstrooiingscirkels tegelijk kleiner worden, hetgeen weer eene grootere mate van duidelijkheid van het retinabeeld en verhooging der gezichtsscherpte met zich sleept.

Onzen oorspronkelijken wensch, bij elken graad van verlichting tegelijk de grootte der pupil te bepalen, ten einde tot eene kennis van het verband tusschen beiden te geraken, en den invloed hiervan op de gezichtsscherpte mede in rekening te kunnen brengen, hebben we moeten opgeven.

Men heeft licht noodig om de pupil van den waarneemer te kunnen zien en te meten, en dit licht heeft weer tegelijker tijd een verkleinenden en dus storenden invloed op de pupil.

Bij de zwakke graden van verlichting zou eene dergelijke wijze van meten ten eenen male onmogelijk zijn.

En al ware het mogelijk, het is en blijft een schatten, dat den toets der kritiek nimmer kan doorstaan. Dan moet men nog een belangrijken factor in aanmerking nemen. Men onderstelt in de practijk, dat op een afstand van 6 Meter en meer, de gezichtslijnen even-

wijdig zijn en daarmee de accommodatie nul; in werkelijkheid is dit niet zoo. Steeds wordt eenigermate geaccommodeerd en hiermede gaat weer eene wijziging in de grootte der pupil gepaard.

We hebben nu bij deze tweede reeks afwisselend met één en twee oogen waargenomen, steeds onder volkomen correctie van aanwezige anomalie der refractie, met en zonder een plaatje voor ons oog met eene opening van 2,75 m.M. doorsnede, zóó vervaardigd, dat storende invloed van randstralen der opening was uitgesloten. Steeds begonnen we:

- met één oog met diaphragma, dan
- met twee oogen met diaphragma, dan
- met één oog zonder diaphragma en dan
- met twee oogen zonder diaphragma waar te nemen.

De gemiddelden uit eene tamelijk groote reeks van waarnemingen, vindt men in tabel III en in curve gebracht in diagram 6.

Visus en lichtsintensiteit klimmen op de gewone wijze arithmetisch op.

Bij beschouwing der curven in diagram 6, valt vooreerst op, de snelle stijging der gezichtsscherpte bij eene betrekkelijk nog geringe toename der verlichtingsintensiteit. Voor de lagere graden van verlichting heeft diagram 6 natuurlijk veel grooter waarde, dan het overeenkomstige deel van curve No. 2 in diagram 1, tweede gedeelte, schaal 1 : 30.

In de laatste n.l. is de lijn meer geconstrueerd, in de eerste werkelijk geteekend, zooals ze werd gevonden.

Nu zien we terstond, dat overal in diagram No. 6 de lijn eene grootere hoogte bereikt dan de overeen-

komstige in curve 2 van diagram 1. M. a. w., dat bij gelijke lichtintensiteit bij denzelfden waarnemer de *visus* grooter gevonden wordt. Dit kan m. i. aan geene andere oorzaak geweten worden, dan aan de meer volledige adaptatie in de tweede reeks. Tegelijkertijd doet dit de noodzakelijkheid der behoorlijke adaptatie nog eens duidelijk uitkomen.

Verder valt in het oog het merkwaardige verband der vier lijnen. Het gebruik van een diaphragma doet, zoowel voor één als voor twee oogen, de gezichtsscherpte belangrijk verminderen.

Aangezien bij deze zwakke graden van verlichting de pupil zeker zeer wijd is geweest, is deze vermindering van gezichtsscherpte een gevolg van het verminderen der hoeveelheid door de kunstmatige pupil in het oog dringend licht. Deze vermindering is constant over het geheele verloop der lijnen.

En eindelijk springt duidelijk de onjuistheid van de bewering van MACÉ DE LÉPINAY en NICATI voor deze lichtsterkte in het oog.

Zoowel met als zonder diaphragma, is de *visus* met 2 oogen bij eene lichtintensiteit a niet gelijk aan die van één oog bij eene lichtintensiteit $2a$, zooals door hen beweerd wordt.

Integendeel is duidelijk, dat men bij eene lichtsterkte van a met twee oogen, minder ziet dan met één oog bij eene lichtsterkte $2a$.

In het voorbijgaan nog even de kwestie van het percentage der gedeeltelijke invaliditeit bij verlies van één oog aanroerende, kan ik niet nalaten op te merken, dat men niet uit het oog verliezen mag, dat het nadeel, uit

het gemis van één, vroeger gezond oog voortspruitende, niet geheel en al uit de vermindering der gezichtsscherpte kan worden beoordeeld.

Van niet geringe beteekenis is, dat men met twee oogen over een veel grooter gezichtsveld beschikt, en het vermogen van stereoscopisch zien bezit, hetgeen bij het verlies van één oog verloren gaat. En daarom kan ik mij wel vereenigen met NICATI, waar hij er op aandringt, dat bij verlies van één oog door de verzekeringsmaatschappijen een grooter percentage van de voor algeheele invaliditeit vastgestelde som, dan meestal het geval is, moet worden uitgekeerd.

C. DERDE REEKS.

Prof. SNELLEN vestigde onze aandacht op de wenschelijkheid, eene reeks van waarnemingen te doen, waarbij het oog niet voor de duisternis, maar telkens voor den overeenkomstigen graad van verlichting is geadapteerd; terwijl ook de omgeving van het waargenomen object overeenkomstig helder verlicht is.

Het mag niet worden ontkend, dat vooral bij onze tweede reeks verhoudingen op het resultaat van invloed waren, die geheel afwijken van de omstandigheden, waarin we in het dagelijks leven waarnemen.

We hadden getracht ons in de meest gunstige condities te plaatsen. In het dagelijksch leven is dat anders. Daar zijn we in eene voortdurend verlichte omgeving met storende reflexen, bij adaptatie niet voor de duisternis,

maar voor daglicht, niet onder de voorwaarden, voor zoo scherp mogelijke waarneming.

Hoe verhoudt zich nu hier de gezichtsscherpte ten opzichte van de verlichting? Hoe is hier de eisch, die gesteld moet worden aan de verlichting voor verschillend soort van werk, fijn en grof? Wordt ook hier reeds bij zoo geringe graden van lightsintensiteit volle gezichts-scherpte bereikt? Het blijkt, dat hier de uitkomst geheel anders is.

Hadden we geen andere middelen gehad om de sterkte van het daglicht te bepalen, dan de meesten onzer voorgangers op dit gebied ten dienst stonden, dan was het een onbegonnen werk geweest, waaraan men a priori alle waarde ontszeggen kon.

Want de voortdurende wisseling in de sterkte van het daglicht is een factor, ook door onze ervaring bevestigd, die door zeer weinigen is vermeld en in aanmerking genomen.

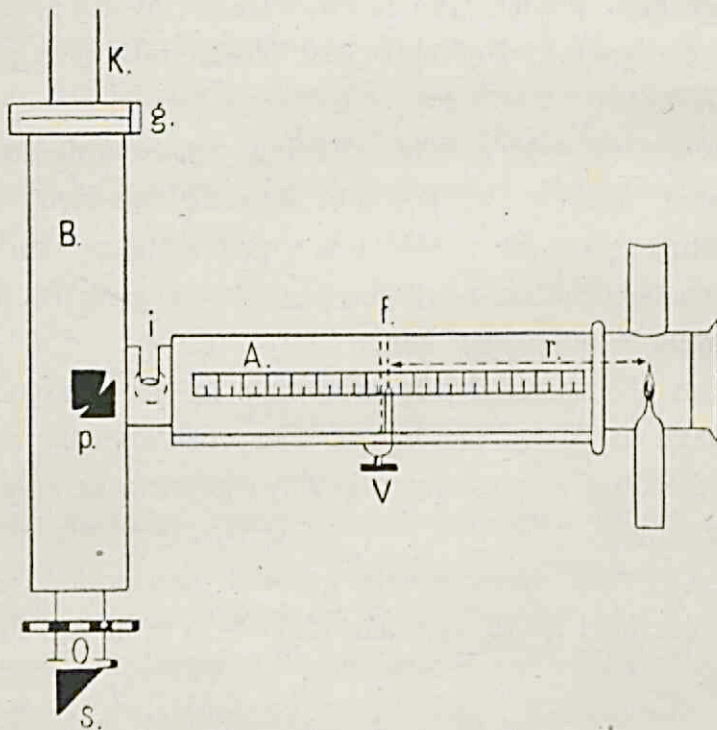
AUBERT, die overigens de grootste aanspraak op betrouwbaarheid heeft, verwaarloosde deze bron van fouten totaal.

Eerst COHN wees op de noodzakelijkheid, onder voortdurende controle van eenen goeden photometer te werken.

De grootste moeilijkheid voor de meeste zijner voorgangers was nu juist het gemis van zulk een betrouwbaar instrument, waarmee men in staat was, de sterkte van het diffuse daglicht te bepalen. Zonder zelf de waarde van de uitkomsten dezer reeks op den voorgrond te willen stellen, meen ik toch te mogen beweren, dat de enkele conclusies, die ik er uit trekken zal, niet zonder beteekenis zijn. Voor een groot deel danken we dit aan

de gelukkige omstandigheid, dat we van een degelijk instrument ter bepaling van het licht, gebruik mochten maken.

Het was de photometer van LEONARD WEBER, geconstrueerd in 1883 en later belangrijk verbeterd, vervaardigd door F. SCHMIDT en HÄNSCH te Berlijn, waarvan hier eene vluchtige beschrijving volgt.



De voornaamste bestanddeelen van dit toestel bestaan uit twee loodrecht op elkaar gerichte buizen A en B. Daar, waar ze samenkomen, bevindt zich een spiegelen vlak onder een hoek van 45 graden; zoodat we door den tubus 0 in beide buizen kunnen zien. Een benzinekaars bevindt zich aan het einde der buis A. Door steeds aan deze vlam dezelfde hoogte te geven, hetgeen door eene ingenieuze inrichting gemakkelijk mogelijk gemaakt is, kan men zeker zijn, over constant licht te beschikken.

Een matglazen plaat, die in buis A langs eene verdeelde schaal beweegbaar is, wordt hierdoor gelijkmatig verlicht. Men kan zeer nauwkeurig elk oogenblik hierop den stand ten opzichte der lichtbron aflezen. Door buis B valt het licht, dat men met de eenheid wil vergelijken.

Is het er om te doen diffuus daglicht met het standaardlicht te vergelijken, dan worden porceleinen platen, waarvan het absorptievermogen nauwkeurig bepaald is, in het einde *g* van buis B geschoven. Kijkt men nu door O, dan is het mogelijk de verlichting in beide buizen gelijktijdig waar te nemen en dus te beoordeelen.

Door nu de glasplaat in buis A korter bij of verder van de benzinekaars te plaatsen, kan men de verlichting in beide buizen gelijk maken. En dan is door eene eenvoudige formule de intensiteit van het onderzochte licht bekend.

Het einde K van buis B moet 1 Meter verwijderd zijn van de lichtbron of het vlak, waarvan men de verlichting wil bepalen.

$$\text{Dan is:} \quad H = \frac{R^2}{r^2} \times C, \quad \text{waarin:}$$

H is de verlichtingsintensiteit,

R is gelijk aan 1 Meter,

r de afstand van de plaat in buis A tot de benzinekaars in centimeters uitgedrukt en

C eene constante, voor elke plaat afzonderlijk bepaald.

Deze formule wordt dus:

$$H = \frac{10000}{r^2} \times C.$$

Terstond ziet men in deze formule, dat groote nauwkeurigheid in het aflezen zeer gewenscht is, want een

fout hierin, komt bij de berekening in het vierkant in aanmerking.

Bij elk toestel is eene opgave gevoegd van de constanten, die voor ieder instrument met de bijbehorende porceleinen platen afzonderlijk berekend zijn.

Zoolang men slechts de sterkte van lichtbronnen wil bepalen, die dezelfde kleur hebben, als het benzinelicht, stuit men op geen overwegende moeielijkheid. Men heeft eenvoudig twee concentrische lichtringen met elkaar te vergelijken en zoolang de schroef V te bewegen, tot er geen verschil tusschen beide meer aanwezig is.

Geheel anders wordt het, wanneer men de sterkte van het diffuse daglicht wil bepalen. Dan komt een kleursverschil der lichtringen voor den dag en nu is het lastiger te schatten of de verlichting van beiden gelijk is.

Door oefening kan men het hierin tamelijk ver brengen, ofschoon het maken van groote fouten af en toe niet is uitgesloten. Het toestel geeft ons n.l. een middel aan de hand tot zelf-contrôle, daar aan het oog-einde van buis A in tubus O een schijf is bevestigd met drie openingen. In ééne van deze is niets, in een tweede een rood glas en in de derde een groen glas. Men kan nu beurtelings trachten in te stellen door rood en groen glas en hierdoor de fout van het kleursverschil eenigermate elimineeren. Door eene meer samengestelde formule komt men dan tot een resultaat, dat der waarheid meer nabij komt, dan wanneer men alleen de vergelijking der verschillend gekleurde lichtringen tot grondslag zijner berekening maakt.

Ik heb veel met dezen photometer gewerkt en meer dan eens, eenvoudig ter vergelijking diffuus daglicht op

zijn lichtsterkte onderzocht, zoowel met als zonder gebruikmaking van het roode en groene glas, en vaak nagenoeg gelijke uitkomsten verkregen.

Men moet, als men daglicht als lichtbron gebruikt, voortdurend opletten of er ook verandering komt in den photometerstand, omdat menige wijziging in de lichtsterkte voor onze oogen geheel onopgemerkt blijft. Het is opmerkelijk, hoe weinig notie wij hebben van de veranderlijke sterkte van het daglicht, vooral bij hooger en graad van verlichting.

Beneden eene intensiteit van 10 kaarsen, bemerken we schommelingen wel op, tusschen 20 en 50 normaal-kaarsen echter bijna in het geheel niet. Nog opvallender is dit bij zéér groote verschillen, als bijv. tusschen 50 en 1600 normaalkaarsen, waarbij de toename onzer gezichtsscherpte bijna niets bedraagt.

Tijdens het aflezen der gezichtsproeven, is dus voortdurende contrôle met den photometer noodzakelijk, hetgeen natuurlijk het onderzoek lastiger en omslachtiger maakt.

Men heeft hier nu een middel, om willekeurig licht tamelijk nauwkeurig in normaalkaarsen te bepalen. Men richt slechts den tubus B van den photometer op een of ander vlak, waarvan men de intensiteit van verlichting op een bepaald oogenblik wil kennen, en met eene kleine moeite en eene eenvoudige berekening, komt men tot het gewenschte resultaat.

Men behoeft in het geheel geen rekening meer te houden met de storingen, door reflexen van eene verlichte omgeving teweeggebracht, immers ook de invloed van deze en de vermeerdering erdoor van het reeds aanwezige licht, wordt tegelijkertijd gemeten. Dit is

zelfs een van de voornaamste voordeelen van den Weber'schen photometer.

Men kan ook den omgekeerden weg inslaan en, als men ten minste over bepaalde voorwaarden beschikt, de verlichting regelen op een vooraf willekeurig gesteld aantal normaalkaarsen.

De formule: $H = \frac{R^2}{r^2} \times C$ geeft ons hiertoe het middel aan de hand. We willen bijv. eene verlichting hebben van 50 normaalkaarsen, dan verandert de formule in:

$$50 = \frac{10000}{r^2} \times C \text{ of } \frac{10000 C}{r^2} = 50$$

of $10000 C = 50 r^2$, $r^2 = 200 C$ en dus $r = \sqrt{200 C}$, waarin C is eene bekende factor of constante.

Zoodoende vinden we r , waardoor de stand van de stelschroef V is bepaald. We stellen nu, na ons overtuigd te hebben, dat de benzinevlam de juiste hoogte heeft, de schroef V op r c.M. en nu regelen we met gordijnen of schermen en andere inrichtingen de verlichting in het vertrek zoodanig, dat een blik in den photometer ons overtuigt, dat we den gewenschten verlichtingsgraad bereikt hebben.

In de Collegekamer van het Nederlandsch Gasthuis voor ooglijders, waar deze proeven werden verricht, waren zwarte rolgordijnen te mijner beschikking, waarmee op eene voldoende manier de regeling van het licht was te verkrijgen.

Van te voren had ik vastgesteld, bij welke verlichting ik mijne gezichtsscherpte onderzoeken wilde, en berekend, hoe hierbij de stand van den photometer moest zijn.

Het daglicht valt in dat lokaal alleen van de noordzijde

binnen; ik bleef gedurende de waarnemingen steeds met mijn rug daarheen gekeerd, terwijl een helper de gordijnen naar gelang het noodig was, hooger of lager trok. Zelf controleerde ik den photometerstand, en was door deze regeling niet genoodzaakt naar de lichtzijde te zien, zoodat ik voor de verlichting der omgeving zooveel mogelijk geadapteerd bleef.

Ten einde de moeielijkheid van het verschil van kleur te ontgaan, had Prof. SNELLEN gebruik gemaakt van letterproeven, gedrukt op een papier, dat nagenoeg dezelfde kleur had, als de benzinevlam. Het bleek op deze wijze mogelijk, met scherpste de gelijkheid der ringen vast te stellen. De vraag blijft echter gewettigd, of niet een nieuwe factor is ingevoerd, die op het eindresultaat storenden invloed zou kunnen hebben.

Want, aangezien het contrast van invloed is op de scherpste der waarneming, is het niet geheel hetzelfde, of men objecten zwart op wit, dan wel zwart op geelachtig rose bekijkt, gelijk het door ons in deze laatste reeks gebruikte papier was.

Theoretisch komt deze vraag zeer zeker in aanmerking; practisch echter, naar mijne ervaring, minder, aangezien bij den graad van verlichting, waarbij werd waargenomen de invloed gering bleek.

Ik heb bij hetzelfde licht vergeleken, objecten zwart op wit en zwart op geel rose en geen verschil van betekenis in mijne gezichtsscherpte kunnen vaststellen.

Bij zwak licht is het verschil wel waarneembaar. Geheel en al waarnemingsfouten te vermijden, is nu eenmaal onmogelijk; men kan niet meer doen, dan trachten, ze tot een minimum te beperken.

Voor de deugdelijkheid van den photometer van WEBER pleit nog, dat ik met twee verschillende exemplaren bij eene reeks van vergelijkende waarnemingen, steeds tot volkomen dezelfde resultaten kwam. Bij beide toestellen waren de constanten geheel verschillend.

Eene leemte in het toestel is verder, dat men geen bepaling kan doen van lichtsterkten, beneden de eenheid.

Latere wijzigingen zullen hierin zeker verandering brengen. De waarnemingen, op de beschreven wijze door ons verricht, gaven aanleiding tot constructie der diagrammen 3, 4 en 5.

Een eerste blik op deze lijnen doet ons reeds meer onregelmatigheden zien, dan in de vorige curven.

Voor een groot deel moet dit worden toegeschreven aan het feit, dat de juistheid der adaptatie van ons netvlies te wenschen overliet.

Een tweede belangrijk verschil is vooral in diagram 5 waar te nemen, n.l. dat de *visus*, bij gelijke graden van absolute helderheid, in donkere omgeving grooter is, dan in een heldere omgeving. Ten einde dit beter te doen uitkomen, werden in diagram 5 de beide lijnen gelijktijdig geteekend. Dat ze een oogenblik samenloopen, moet natuurlijk aan waarnemingsfouten worden toegeschreven.

Op een 30 maal grooter schaal zijn de lijnen er onder nog eens aangegeven. Men ziet, hoe vooral beneden een lichtintensiteit van 1 kaars het verschil nog grooter is, en hoe veel sneller de toename is in eene donkere omgeving.

De curve, in donker verkregen, loopt hier steeds belangrijk hooger, dan de lijn, die de uitkomsten bij diffuus daglicht van dezelfde sterkte aangeeft.

Ook bij de waarnemingen in daglicht, werd door ons steeds bij het allerzwakste licht begonnen, ten einde zooveel mogelijk den invloed van voorafgaande sterkere verlichting te vermijden.

Uit de curven in de diagrammen 3 en 4, die respectievelijk de quadratische en liniaire voorstelling zijn van het verloop der gezichtsscherpte bij eene verlichtingssterkte van 1 tot 70 normaalkaarsen, valt eindelijk nog af te leiden, dat, beneden een lichtsterkte van 10 normaalkaarsen, bij diffuus daglicht, de *visus* zinkt beneden $\frac{6}{6}$.

Tot bij 50 normaalkaarsen ongeveer, zien we de lijn steeds langzamer stijgen en daarna verloopt ze nagenoeg horizontaal.

Deze laatste waarneming herhaalde ik bij tal van personen.

Het aantal keeren dat ik ieder dier personen onderzoeken kon, was te klein, om van ieder afzonderlijk curven te teekenen. Waarnemingsfouten waren hier minder uitgesloten, door gebrek aan de noodige oefening bij deze waarnemers, maar ik geloof de stelling te mogen bevestigen, dat in omstandigheden als hier, dus in het algemeen in het dagelijksch leven, beneden een verlichting van 10 kaarsen, de gezichtsscherpte niet vol is, dat tusschen 10 en 50 normaalkaarsen eene toename plaats heeft, en dat de vermeerdering van den *visus* bij eene verlichting van meer dan 50 normaalkaarsen gerust buiten beschouwing mag gelaten worden. Mijne waarnemingen omtrent mijne gezichtsscherpte bij zeer hooge graden van verlichtingssterkte, reeds vroeger vermeld, dienen tot steun dezer bewering.

IV.

Besluit.

Uit het voorafgaande blijkt overtuigend, dat het hoogst moeielijk is, bij een onderzoek als dit, betrouwbare resultaten te verkrijgen en alle waarnemingsfouten voldoende te vermijden. Men moet over tal van inrichtingen beschikken, die men alleen in bijzondere gevallen tot zijn dienst heeft, en men is zeer afhankelijk van de hulp van anderen.

De waarnemingen zijn in hooge mate inspannend, kunnen niet te lang achtereen worden voortgezet, en vereischen dus veel geduld en tijd. De resultaten van maanden arbeids zijn eindelijk in enkele bladzijden neer te schrijven. In zoo verre is dit werk eenigermate ondankbaar.

Enkele punten mag ik toch op den voorgrond stellen, omdat ze de aandacht verdienen, ook van hen, die uitsluitend aan practische resultaten waarde hechten.

De vraag is vaak gesteld, of de oogarts niet met den graad van verlichting te rekenen heeft, waarbij hij in het dagelijksch leven zijne patiënten onderzoekt, keurt voor verschillende betrekkingen bijv. etc. En dan volgt uit het voorafgaande, dat de verschillen in het daglicht, zoo het slechts niet onder 10 kaarsen daalt, betrekkelijk

minderkaarsen!

weinig beteekenis hebben en dat het onverschillig is, of de verlichting 30 of 50 normaalkaarsen bedraagt.

We moeten alleen zorgen, dat we niet onder het minimum komen en nu heeft ook onze ervaring geleerd, dat het bij minder dan tien kaarsen zoo donker is, dat we instinctmatig de verlichting onvoldoende achten. Bovendien kan de onderzoeker het licht beoordeelen naar zijne eigen gezichtsscherpte, natuurlijk bij volkomen correctie van refractieanomalie, eenige adaptatie etc. Is deze in goed daglicht $6/6$ of meer, dan mag hij bij den patiënt een deficit aan gezichtsscherpte niet aan onvoldoende verlichting toeschrijven, zoolang hij zelf $6/6$ heeft.

Bij voorkeur zal men die geringere graden van verlichting natuurlijk voor het onderzoek vermijden. Toch is goed te weten, welke eischen men daarbij aan het gezichtsvermogen stellen mag. Tot nu toe is het schatten der verlichting naar eigen gezichtsscherpte in de praktijk reeds dikwijls aangeraden en toegepast.

Mijn waarnemingen bevestigen, dat men eene verlichting van 10 kaarsen als minimum te stellen heeft, als eisch voor verlichting van werkplaatsen. Is, op de meest ongunstige tijden, als tegen het vallen van den avond, op zeer donkere dagen, de verlichting op de plaatsen, waar gewerkt worden moet, gelijk aan 10 kaarsen, dan kan men zeker zijn, dat ze op andere tijden ruimschoots voldoende zal zijn. Maar aan dezen eisch houde men ook vast.

Men werpe mij niet tegen, dat bij ons onderzoek reeds bij veel geringeren graad van verlichting volle gezichtscherpte verkregen werd, want in het dagelijksch leven

mist de arbeider de gunstige condities, die wij ons hadden gevormd.

Ik heb meer dan eens bij eene verlichting van minder dan 10 normaalkaarsen allerlei soort van werk verricht, maar ben van oordeel, dat dit, op den duur althans, alleen ten koste van groote inspanning mogelijk is, die niet straffeloos gevorderd wordt.

Voor fijn werk, als van letterzetters, diamantslijpers en tal van anderen, stelle men de grens op minstens 15 à 20 normaalkaarsen.

Wat ten slotte de wet tusschen gezichtsscherpte en verlichting aangaat, vereenig ik mij met de meeningen van COHN en UTHOF, waarvan de een zegt, dat wij er nog verre van verwijderd zijn, de ander, dat er geen bestaat.

Ik voor mij meen, dat men nooit alle individueele verschillen zóódanig onder één algemeenen regel zal kunnen samenvatten, dat het aangaat van een wet in den eigenlijken zin des woords te spreken.

Men kan bij nauwkeurig onderzoek voor elk persoon vinden een individueele wet en, als dit bij duizenden gedaan is, hieruit besluiten tot de eigenschappen, die aan allen gemeen zijn, maar een algemeen geldende wet is er niet, en zou ook slechts binnen bepaalde grenzen verwacht kunnen worden.

Het is noodzakelijk, dat bij de allervakste graden van verlichting het verband geheel anders is, dan bij de middelmatige en sterke. En zoolang het begrip gezichtsscherpte zelf niet nader is omschreven en vastgesteld, zoolang het niet mogelijk is, den invloed van storende fouten geheel te vermijden, zoolang is het niet mogelijk,

de verkregen gegevens te maken tot basis van de leer der gezichtsgewaarwordingen.

Een overwegende factor bij deze waarnemingen is ontegenzeggelijk de zorg voor de adaptatie van het oog, voor de verlichting, waarbij waargenomen wordt. Het is ondenkbaar den invloed der verlichting op de gezichtscherpte te omschrijven, indien alleen met de toename van de verlichting wordt rekening gehouden, en niet tevens in aanmerking wordt genomen de invloed op het oog van de verlichting, die onmiddellijk is voorafgegaan, en zelfs ook van de verandering van de verlichting der omgeving.

TABEL I.

TABEL aangevende de resultaten der eerste Reeks.
 Gezichtsscherpte, liniair en quadratisch uitgedrukt
 en te vergelijken met de diagrammen 1, 2 en 7.

Intensiteit van het licht in normaalkaarsen.	Correspondeerende Gezichts- scherpte van P.		Correspondeerende Gezichts- scherpte van L.	
	Liniair.	Quadratisch.	Liniair.	Quadratisch.
0.040	0.22	0.05	0.37	0.14
0.046	0.24	0.06	0.39	0.15
0.052	0.24	0.06	0.44	0.19
0.059	0.27	0.07	0.46	0.21
0.079	0.29	0.08	0.55	0.30
0.092	0.345	0.12	0.61	0.37
0.104	0.35	0.13	0.64	0.41
0.117	0.39	0.15	0.70	0.49
0.133	0.40	0.16	0.71	0.50
0.160	0.43	0.18	0.75	0.56
0.180	0.46	0.21	0.78	0.61
0.21	0.51	0.26	0.82	0.67
0.25	0.51	0.26	0.85	0.72
0.30	0.53	0.28	0.92	0.85
0.37	0.54	0.29	0.97	0.95
0.47	0.61	0.37	1.05	1.1
0.61	0.65	0.42	1.17	1.37
0.83	0.69	0.48	1.22	1.49
1.20	0.77	0.59	1.40	1.96
1.88	0.81	0.66	1.43	2.04
3.33	0.87	0.76	1.6	2.56
7.5	0.96	0.92	1.8	3.24
30	1.15	1.32	2.—	4.—

TABEL II.

TABEL aangevende de inrichting en de sterkte der verlichting bij de tweede reeks.

Lamp.	Afstand tot voorwerp in Meters.	Gebruikte Absorbeerende glazen.	Lichtsterkte in normaalkaarsen.
Gecarbureerde Methven brander van een lichtsterkte van twee normaalkaarsen.	1		2
	1	No. 2.	1
	2		0.5
	2	No. 2.	0.25
	4		0.125
	4	No. 2	0.0625
	8		0.03135
	8	No. 2	0.0156
	16		0.0078
	16	No. 2	0.0039
	16	No. 5	0.00195
	0.905	No. 8 (2 keer)	0.000977
	0.905	No. 2 + No. 8 (2 keer)	0.000488
	1.81	No. 8 (2 keer)	0.000244
	1.81	No. 2 + No. 8 (2 keer)	0.000122
	3.62	No. 8 (2 keer)	0.000061
	3.62	No. 2 + No. 8 (2 keer)	0.0000305
	7.24	No. 8 (2 keer)	0.0000153
	7.24	No. 2 + No. 8 (2 keer)	0.00000763
	14.48	No. 8 (2 keer)	0.00000381
	14.48	No. 2 + No. 8 (2 keer)	0.00000192

TABEL III.

TABEL aangevende de resultaten der tweede reeks.

Lichtsterkte in Normaalkaarsen.	visus met één oog met diaphragma.	visus met 2 oogen met diaphragma.	visus met één oog zonder diaphragma.	visus met 2 oogen zonder diaphragma.
0.00000763	0	0	0	$\frac{1}{\sqrt{2}}$
0.0000153	0	0	0	$\frac{1}{\sqrt{2}}$
0.0000305	0	0	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	0.002
0.0000610	0	0	0.004	0.008
0.000122	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	0.014	0.018
0.000244	0.006	0.002	0.02	0.029
0.000488	0.004	0.012	0.026	0.035
0.000977	0.014	0.020	0.039	0.048
0.00195	0.028	0.039	0.056	0.070
0.0039	0.040	0.050	0.078	0.084
0.0078	0.045	0.067	0.093	0.107
0.0156	0.064	0.080	0.116	0.154
0.0313	0.082	0.106	0.185	0.226
0.0625	0.096	0.144	0.258	0.32
0.125	0.187	0.24	0.35	0.433
0.250	0.25	0.38	0.50	0.60
0.5	0.480	0.595	0.69	0.78
1.	0.62	0.73	0.82	0.917
2.	0.83	1.	1.13	1.25

STELLINGEN.

STELLINGMA

STELLINGEN.

I.

Een wet aangaande het verband tusschen gezichts-scherpte en verlichting, kan alleen binnen bepaalde grenzen van kracht zijn.

II.

Ten onrechte verwaarloost COHN bij zijne onderzoekingen over het verband tusschen visus en verlichting, den invloed der pupilwijdte.

III.

De stelling van NICATI, dat bij het zien met twee oogen een bepaalde lightsintensiteit overeenstemt met het dubbele dier verlichting bij het zien met één oog, is onjuist.

IV.

Cocaïne kan groote diensten bewijzen bij de behandeling van glaucoom.

V.

Als anaestheticum in de oogheelkunde, verdient Eucaïn geen aanbeveling.

VI.

Extractie van de lens bij excessieve myopie is gerechvaardigd in tal van gevallen. De prophylactische waarde daarvan, tegenover de vele ziekten van het myopische oog, is door MOOREN sterk overdreven.

VII.

Keratitis interstitialis parenchymatosa berust niet altijd op hereditair-luetische infectie.

VIII.

Miltpercussie is overbodig.

IX.

Het standpunt, dat LEUBE inneemt, tegenover de behandeling van maagziekten (bijv. ulcus), verdient aanbeveling met het oog op den „Operationswut” van den laatsten tijd.

X.

Terwijl de aanwezigheid van tuberkels in de chorioidea tot steun der diagnose „meningitis tuberculosa” kan strekken, kan afwezigheid niet pleiten tegen die diagnose.

XI.

Inspuiting bij den mensch van het nieuwe tuberculin van KOCH, is te beschouwen als gevaarlijk experiment, dat scherpe afkeuring verdient.

XII.

Nitras argenti heeft groote beteekenis voor de behandeling van ingewandslijden.

XIII.

Het onderzoek van het bloed heeft, als onderdeel van het klinisch onderzoek aan het ziekbed, voor de practijk nog weinig resultaten opgeleverd.

XIV.

De dosis van elk geneesmiddel worde beperkt tot die, waarmede nog juist de gewenschte werking kan worden bereikt. Meer te geven, dan hiertoe vereischt wordt, is irrationeel.

XV.

Van geneesmiddelen, die vergiften zijn, geve men den lijder nooit zooveel tegelijk in handen, dat, door het gebruik in eens, exitus letalis zou kunnen optreden.

XVI.

Middelen, waaraan de patiënt zich tot zijn blijvend nadeel kan gewennen, (als b.v. morphine) geve men bij voorkeur zoo, dat het innemen ervan onaangenaam is.

XVII.

Na een luetisch primair-affect met opvolgende secundaire verschijnselen, moeten minstens vijf jaren zonder eenige uiting der ziekte verlopen zijn, alvorens een huwelijk mag worden aangegaan.

XVIII.

Bij pericarditis suppurativa kan incisie van het pericard met volgende drainage geïndiceerd zijn.

XIX.

De moderne behandeling van beenbreuken verdient de voorkeur boven de oudere methoden.

XX.

De verklaring van den gunstigen invloed van veneuse stuwung op tuberculeus gewrichtslijden (therapie van BIER) is te zoeken in de eigenschappen van den tuberkelbacil.

XXI.

Zoolang er geen speciale gerechtelijke geneeskundigen zijn aangewezen, heeft ieder medicus, wiens oordeel door den rechter wordt gevraagd, het recht zich onbevoegd tot uitspraak te verklaren.

XXII.

In ons klimaat is wolkleding aan te raden.

XXIII.

De laatste alinea van artikel 14 der Wet op de Personeele Belasting (luidende: toestellen, die gebruikt worden, zonder afvoer in een schoorsteen of in de open lucht, zijn vrij van belasting) is een slag in het aangezicht der hygiëne en een treurig voorbeeld, hoe weinig invloed medische deskundigen hebben op onze wetgeving.

XXIV.

De oprichting van volkssanatoria voor de behandeling van tuberculose, verdient den warmen steun van elk medicus.

XXV.

Het recht om abortus op te wekken, waar hiervoor eene scherpe indicatie bestaat, behoorde bij de wet te worden geregeld.

XXVI.

Bekkenvernauwing van den 4^{den} graad kan den medicus aanleiding geven, het gebruik van middelen ter voorkoming van graviditeit aan te bevelen.

XXVII.

De moderne opvatting van het anatomisch onderwijs let meer op de wetenschappelijke dan op de practische vorming van den aanstaanden medicus.

XXVIII.

Het is meer dan tijd, dat er een eind kome aan de verwaarloozing van het neurologisch en psychiatrisch onderwijs in Nederland.

XXIX.

Aan elk der Rijks-Universiteiten zij een leerstoel voor dermatologie en syphilis.

XXX.

De toenemende overdrijving op het gebied van sport, dient meer dan tot dusverre geschiedt van medische zijde in toom gehouden te worden.

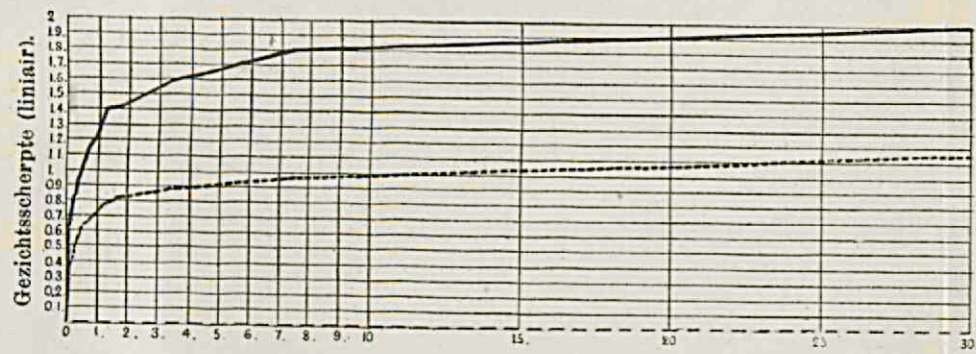
XXXI.

De Zandertherapie wordt te veel als universeel middel beschouwd.

XXXII.

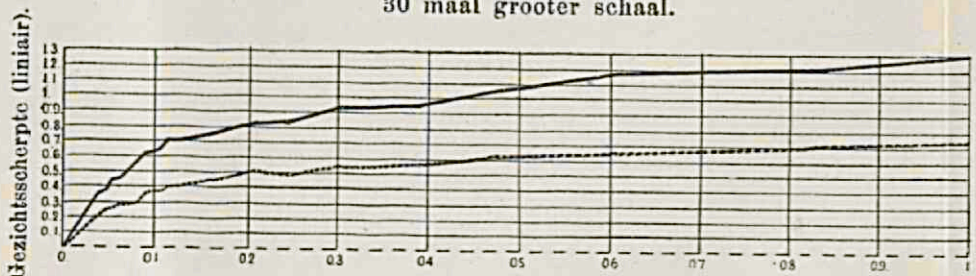
De toenemende belangstelling van het publiek voor de homoeopathie, is aan te merken als een treurig teeken des tijds.

Diagram No. 1.—Gezichtsscherpte bij toename van verlichting.
 Waarnemingen bij kunstlicht en donkere omgeving.
 I. Curve uit de gemiddelden, waargenomen door L.
 II. Curve uit de gemiddelden, waargenomen door P.



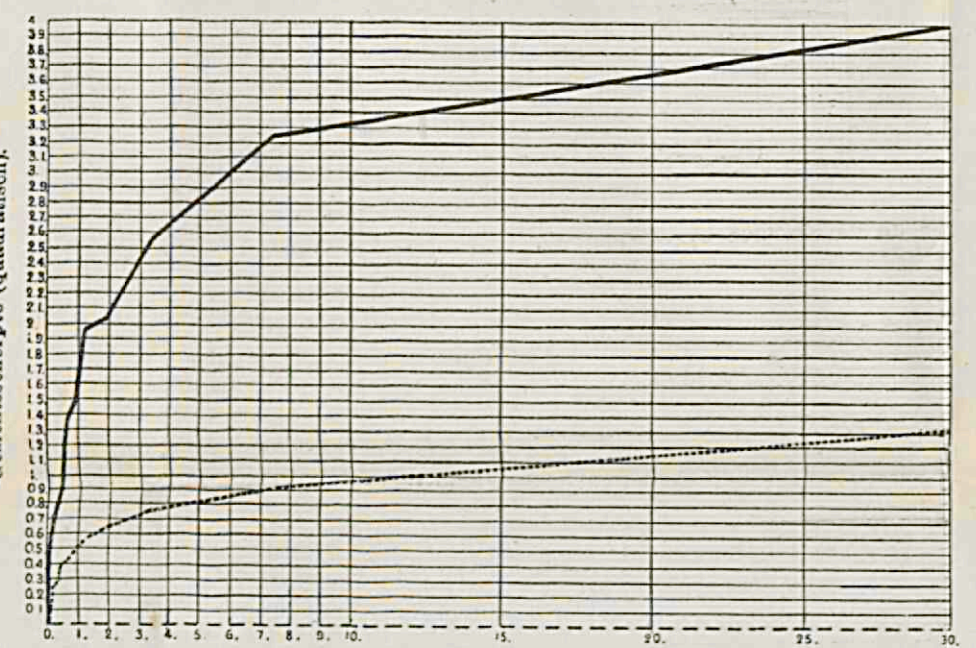
Sterkte van het licht in normaalkaarsen.

B Deel van de waarnemingen I en II, de lichtsterkte aangegeven op een 30 maal groter schaal.



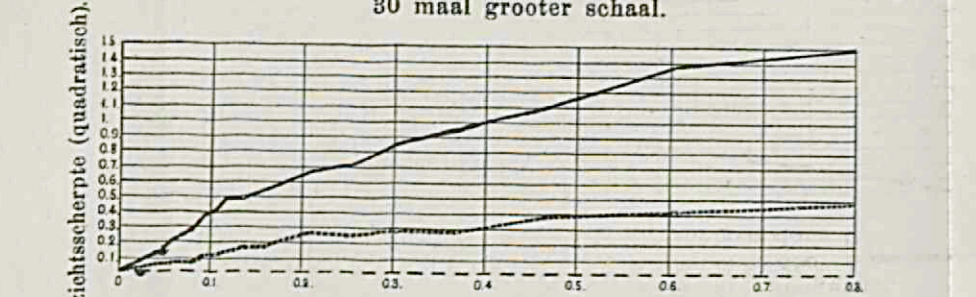
Sterkte van het licht in normaalkaarsen.

Diagram No. 2.—Gezichtsscherpte bij toename van verlichting.
 Waarnemingen bij kunstlicht en donkere omgeving.
 I. Curve uit de gemiddelden, waargenomen door L.
 II. Curve uit de gemiddelden, waargenomen door P.



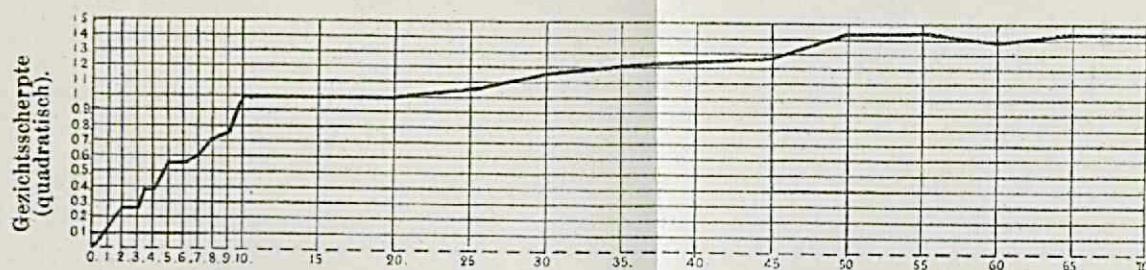
Sterkte van het licht in normaalkaarsen.

B Deel van de waarnemingen I en II, de lichtsterkte aangegeven op een 30 maal groter schaal.



Sterkte van het licht in normaalkaarsen.

Diagram No. 3.—Gezichtsscherpte bij toename van licht.
 III. Waarneming bij daglicht.
 Curve uit de gemiddelden, waargenomen door P.



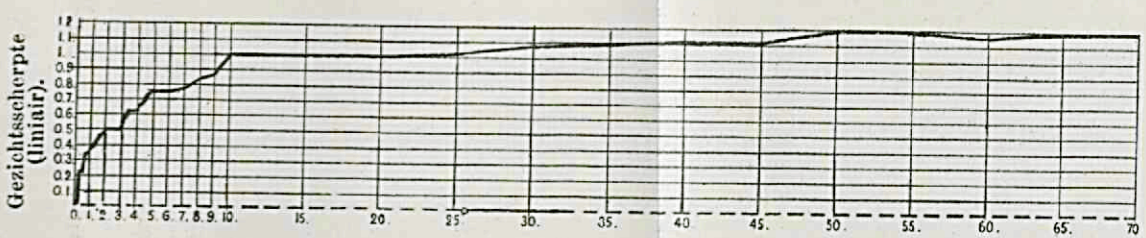
Sterkte van het licht in normaalkaarsen.

B Deel van de waarneming III, de lichtsterkte aangegeven op een 30 maal groter schaal.



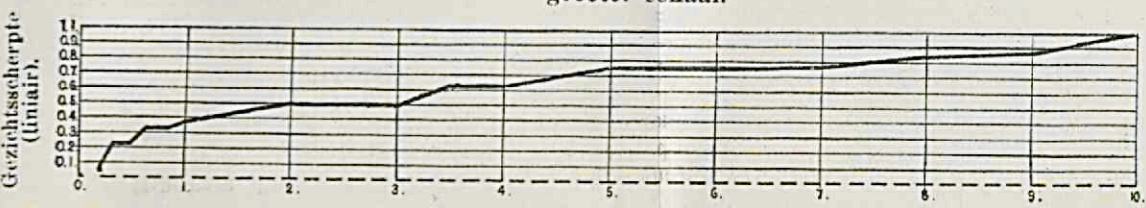
Sterkte van het licht in normaalkaarsen.

Diagram No. 4.—Gezichtsscherpte bij toename van licht.
 III. Waarneming bij daglicht.
 Curve uit de gemiddelden, waargenomen door P.



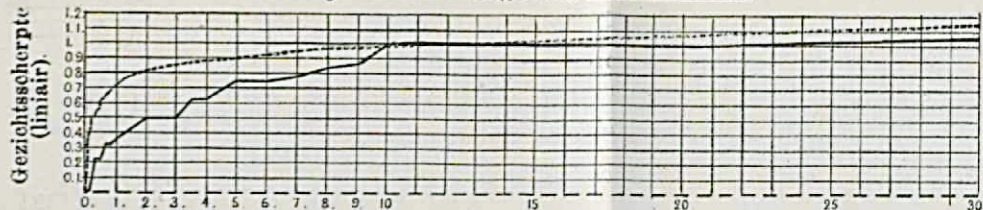
Sterkte van het licht in normaalkaarsen.

B Deel van de waarneming III, de lichtsterkte aangegeven op een 30 maal groter schaal.



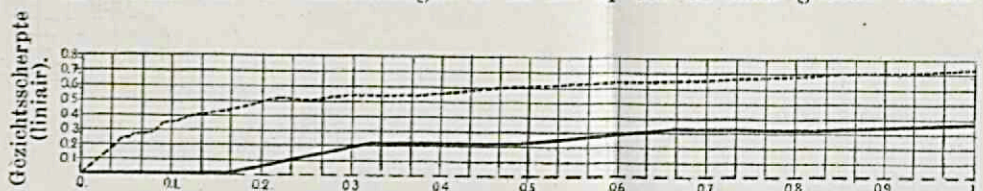
Sterkte van het licht in normaalkaarsen.

Diagram No. 5.—Gezichtsscherpte bij toename van licht.
 Waarneming II en III, door P.
 Curve uit de gemiddelden.
 II. bij duistere omgeving
 III. bij verlichte omgeving



Sterkte van het licht in normaalkaarsen.

B Deel van de waarnemingen II en III op een 30 maal groter schaal.

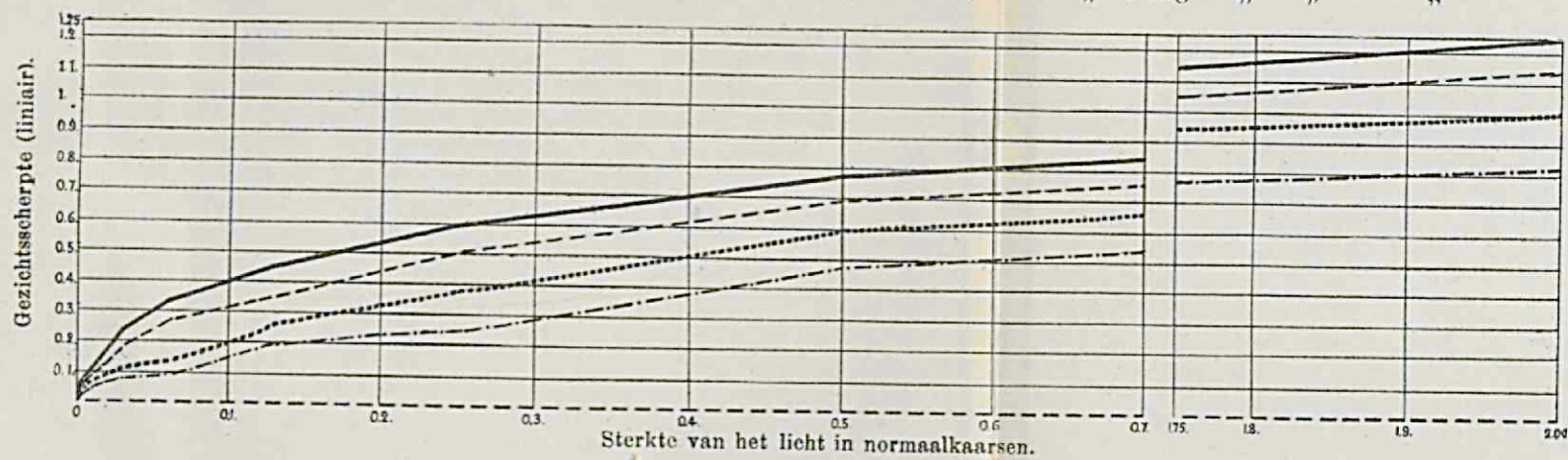


Sterkte van het licht in normaalkaarsen.

Diagram No. 6.—Gezichtsscherpte bij toename van verlichting.

Waarnemingen A, B, C en D in donkere omgeving gedaan door P.

- A.—Curve uit de gemiddelden uit reeksen van waarnemingen met 2 oogen en zonder diaphragma.
 - - - B.— " " " " " " " " " " " " " " 1 oog " " " "
 C.— " " " " " " " " " " " " " " 2 oogen " met " "
 - . . . D.— " " " " " " " " " " " " " " 1 oog " " " "



Deel van de waarnemingen A, B, C en D op een 30 maal grooter schaal voorgesteld.

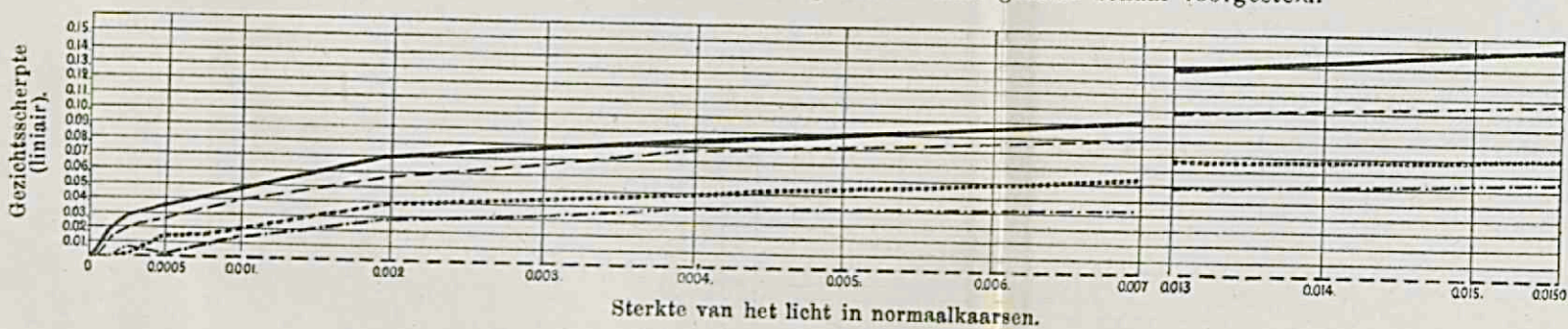
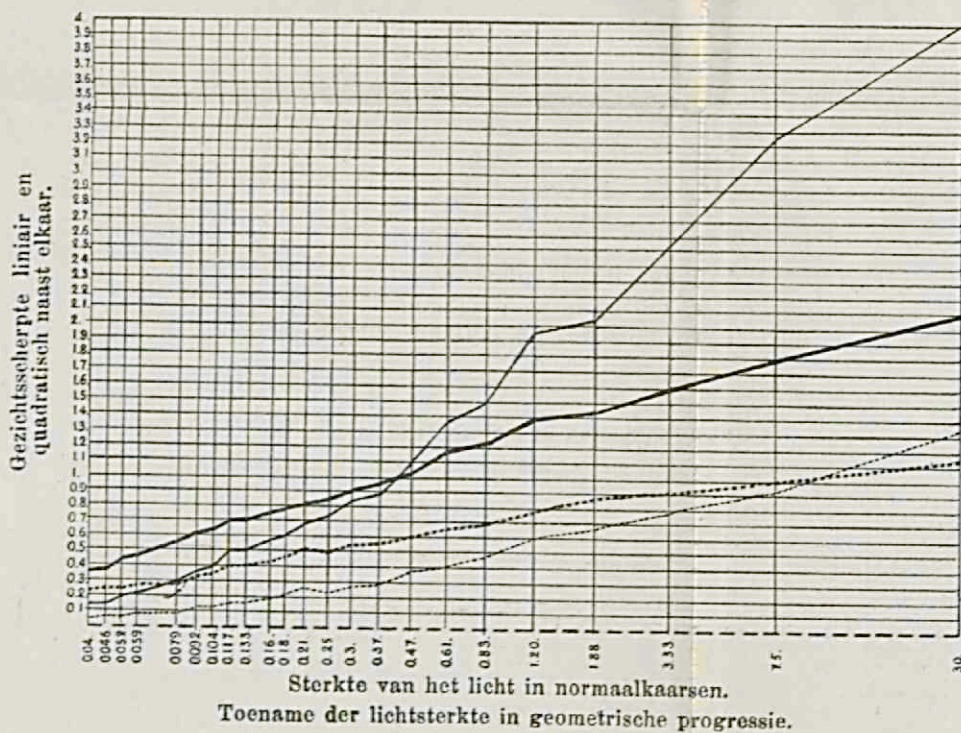


Diagram No. 7.—Gezichtsscherpte bij toename van verlichting.

Waarnemingen I en II in donkere omgeving.

- I. Curve uit de gemiddelden van L. ———
 II. " " " " " " P.



INHOUD.

I. INLEIDING	Bladz. 1
II. OVERZICHT DER LITTERATUUR.	
A. Gezichtsscherpte	3
B. Invloed van de verlichting op den <i>visus</i>	16
III. EIGEN ONDERZOEK	29
A. Eerste Reeks	35
B. Tweede Reeks	41
C. Derde Reeks	46
IV. BESLUIT	56
TABELLEN	60
STELLINGEN	63

