

Die normale Refraction des menschlichen Auges.

Von

Prof. Dr. M. STRAUB
in Amsterdam.

(Mit 2 Fig.)

Als ich zum ersten Mal die ophthalmologische Refraktionslehre kennen lernte, erstaunte ich über die stillschweigende Annahme, daß die Emmetropie der normale Refraktionszustand des Auges sei. Da ich den Mechanismus nicht auffinden konnte, durch welchen die Natur das zur Emmetropie geforderte Verhältniß zwischen der Krümmung der gewölbten Oberflächen und der Achsenlänge erwerben und erhalten könnte, meinte ich, es werde sich bei eingehender Untersuchung herausstellen, daß die Emmetropie nur in wenigen Fällen genau erreicht wird. Ich erwartete die normale Refraction zwar im Mittel emmetropisch zu finden, doch oberhalb und unterhalb der Emmetropie viele Fälle leicht myopischer und leicht hyperopischer Refraction. Sobald ich als junger Militärarzt die Verfügung über einen Brillenkasten und eine große Anzahl von Aspirant-Freiwilligen mit normalen Augen erhielt, ging ich an die Untersuchung und fand zu meiner Enttäuschung, daß die Emmetropie thatsächlich so genau erreicht wird, als die Empfindlichkeit der Untersuchungsmethode die Refraktionsbestimmung zuläßt. Unsere schwächsten Probegläser messen eine Viertel-Dioptrie und bis zu einer Viertel-Dioptrie fand ich die normalen Augen, d. h. die Augen der Mehrzahl der zur Militärprüfung sich meldenden Personen, emmetropisch. Weiter als diese Grenze geht wahrscheinlich auch die Genauigkeit nicht, da doch der normale Astigmatismus ungefähr eine Viertel-Dioptrie beträgt. Muthmaasslich ist also

das menschliche Auge als optisches Werkzeug bis auf eine Viertel-Dioptrie genau gebaut.

Ich fand das Ergebniss meiner ersten Untersuchung sehr auffallend. Eine einfache Berechnung lehrt, dass im menschlichen Auge eine Verlängerung der Axe um 1 mm einen Refraktionszuwachs von 3 Dioptrien bewirkt. Eine Viertel-Dioptrie entspricht demnach einem Zwölftel-Millimeter Axenlänge. Die Axenlänge des menschlichen Auges wird also im Zusammenhang mit der Wölbung der Hornhaut- und Linsenoberfläche bis auf ein Zwölftel-Millimeter genau bestimmt. Die Frage nach der bestimmenden Kraft drängt sich auf!

In späteren Jahren habe ich meine Bedenken gegen die Annahme einer scharf bestimmten normalen Refraction besser formuliren hören in einer Rectoratsrede unseres hochgeschätzten Botanikers HUGO DE VRIES.¹ Dieser brachte in Erinnerung, dass der belgische Anthropologe QUETELET das Gesetz der Einheit in der Veränderlichkeit erkannt hat, dessen Bestehen GOETHE geahnt hat:

Alle Gestalten sind ähnlich, doch keine gleicht der andern
Und so deutet das Chor auf ein geheimes Gesetz.

„QUETELET studirte die Körperlänge im dienstpflichtigen Alter. Er ordnete die beim Messen einiger tausenden Milizmänner gefundenen Zahlen in eine Curve. Er fand in dieser Curve eine wissenschaftlich wohlbekannte, schon von NEWTON studirte Form wieder, deren Eigenschaften gründlich und ausführlich bekannt sind. Es ist die Linie, deren Verlauf dem Binomium von NEWTON genügt, welches die Grundlage der Wahrscheinlichkeitsrechnung ist, die durch ihre Anwendung auf Lebensversicherung und Pensionsgesetze eine grosse Bedeutung im praktischen Leben hat.

„Kurz gesagt ist die Entdeckung von QUETELET:

„Die Ungleichheit der Körperlänge der Menschen folgt den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung.

„Wo für die Länge des Menschen ein so äusserst einfaches Gesetz Geltung hat, kann dieses Gesetz unmöglich auf diesen einen Fall beschränkt sein. Wenn unsere Einsicht in das Wesen der Naturgesetze richtig ist, so überlegte QUETELET, dann muss

¹ HUGO DE VRIES. Eenheid in Veranderlykheid. Rectorale redevoering. *Jaarboek der Universiteit van Amsterdam*. 1898.

dasselbe Gesetz das ganze Gebiet der Variabilität beherrschen. Es muß gelten für alle Eigenschaften des Menschen, körperliche und intellectuelle, psychische und ethische; es muß gelten für Pflanzen- und Thierreich, es muß die ganze lebende Welt umfassen.“

HUGO DE VRIES nennt eine Reihe von Zoologen und Botanikern, die durch genaue Messungen an sehr verschiedenartigen Objecten das allgemeine Gesetz bestätigten. Er selbst berichtet über eine Untersuchung nach dem Zuckergehalt der Rüben, welche im Interesse der Industrie in der KÜHN'schen Fabrik in Naarden vorgenommen wurde:

„Eine einfache Anordnung des fünften oder sechsten Theiles der in einem Jahre gefundenen Ziffern genügt schon, um alle Zweifel zu heben. Stellt man jede Ziffer durch eine kleine Linie dar, und ordnet man die Linie wie QUETELET seine Rekruten, indem man ihre Spitzen durch eine Curve verbindet, dann ist diese Linie genau dieselbe wie jene von QUETELET, nur in einem anderen Maassstabe gezeichnet. Mehr als die Hälfte der Rüben stimmen überein mit der mittleren Ziffer der betreffenden Art; nach der Seite des größeren Zuckerreichthums steigt die Linie erst langsam, dann immer schneller, bis sie am Ende einzelne sehr besonders begünstigte Individuen erreicht; am anderen Ende geht die Linie herunter, schnell über die Linien der zuckerärmsten Rüben abfallend, eine einfache, regelmäßige in ihren beiden Hälften symmetrische Figur.“

Das normale Maass einer Eigenschaft wird also nie gegeben durch eine Zahl, sondern durch eine Reihe von Zahlen, die in bestimmter Weise um eine mittlere Zahl gruppirt sind. Meine erste Untersuchung von Aspirant-Freiwilligen schien dahin zu führen, daß die normale Refraction eine Ausnahme von der allgemeinen Regel macht.

Die Emmetropie der normalen Erwachsenen ist um so überraschender, als die Säuglinge in der Regel hyperopisch sind. Die Refraction des neugeborenen Menschen wird also während des Wachstums des Auges mit großer Genauigkeit so lange verstärkt, bis ein wirklich idealer Zustand erreicht ist: die Einstellung des Auges für die am weitesten entfernten Gegenstände.

Die Natur muß nothwendig die Refraktionszunahme des wachsenden Auges beherrschen und quantitativ bestimmen. Der Wunsch, diesem Mechanismus nachzuspüren, trieb mich zu einer

Reihe von Untersuchungen über die normale Refraction in verschiedenen Altersstufen. Ich hatte dabei das Glück, eine Reihe von Collegen und Schülern als Mitarbeiter zu finden, die sogar den größten Theil der Arbeit auf sich nahmen. Die normale Refraction von Säuglingen wurde auf meinem Wunsche mit der Schattenprobe untersucht von Herrn Bataillonsarzt S. BIEGEL¹ und von meinem Assistenten W. M. DE VRIES.² Mit meinen früheren und jetzigen Assistenten, den Herren J. P. G. VAN DER MEER, N. DINGER, W. H. SMIT, P. MUNTENDAM und W. M. DE VRIES untersuchte ich die Refraction der Augen von 7000 Schülkindern der Amsterdamer Volks- und Realschulen und des öffentlichen Gymnasiums.³ Obgleich der Hauptzweck dieser Schuluntersuchungen in der Bestimmung der Frequenz der Myopie lag, lieferten sie doch auch für meinen besonderen Zweck nützliche Daten. Ich untersuchte weiter mit Dr. FALKENBURG⁴ noch einmal aus einem anderen Gesichtspunkte als vorher die Refraction von 60 normalen Augen von Rekruten vor und nach künstlicher Lähmung der Accommodation. Endlich ordnete auf meinen Wunsch Dr. W. KOUWENHOVEN⁵ die Refractionsbestimmungen einer grossen Reihe von 3877 normalen Presbyopen, welche in meiner Poliklinik untersucht waren, mit dem Zwecke, die normale Refraction des Greisenauges genauer kennen zu lernen.

Ich berichte zunächst über jenen Theil dieser Untersuchungen, welcher sich auf meinen Gegenstand, die normale Refraction, bezieht. Ich werde dabei nicht dem Laufe des Lebens, von der Wiege bis zum Greisenalter folgen, sondern der historischen Folge der obengenannten Untersuchungen, welche für meinen Gedankengang gleichzeitig die logische Ordnung bildete.

¹ BIEGEL. De normale refractie-toestand van pasgeborenen. *Ned. Tydschrift v. Geneesk.* 2. 1893.

² HERT DE VRIES wird später über seine Untersuchung selbst ausführlich berichten.

³ N. DINGER. Die Augen der Amsterdamer Schuljugend im Jahre 1899. Diss. Freiburg 1900.

J. P. G. VAN DEN MEER. De oogen der leerlingen van de middelbare scholen en het gymnasium te Amsterdam in het jaar 1898. Diss. Amsterdam 1900.

⁴ J. FALKENBURG u. M. STRAUB. Ueber die norm. Refr. des Auges und die H. bei angeb. Ambl. *Arch. f. Augenheilk.* 26. 1893.

⁵ W. KOUWENHOVEN. Seniele over verziendheid. Diss. Amsterdam 1899. *Zeitschrift für Psychologie* 25.

Im Jahre 1860 theilte DONDEERS in dem ersten Jahresberichte des Utrechter „Gasthuis von Ooglyders“ mit, daß nach einer vollständigen Erschlaffung der Accommodation das Auge für einen Punkt eingestellt ist, welcher ein wenig weiter liegt als der ursprüngliche Fernpunkt.

Die Thatsache, daß die normale Emmetropie durch Lähmung der Accommodation in eine leichte Hyperopie verwandelt wird, ist für unsere Frage von besonderem Interesse. Sie scheint darauf hinzuweisen, daß die wunderbar stereotype Emmetropie nur scheinbar ist und erst durch Anstrengung der Accommodation, durch eine tonische Contraction des Ciliarmuskels erreicht wird. Gehen wir nun den Thatsachen genauer nach.

FALKENBURG (l. c.) untersuchte mit einer Genauigkeit von 0,25 *D* die Refraction von 59 Emmetropen im Alter von 19—26 Jahren vor und nach einer energischen Atropinisation.

Um die erwähnte Genauigkeit zu erzielen, wurden folgende Vorsichtsmaafsregeln beachtet:

1. Es wurde stets der normale Astigmatismus berücksichtigt; so weit er mit Gläsern von 0,25 *D* zu corrigiren ist, wurde er corrigirt. Nach der vorläufigen Bestimmung des erforderlichen sphärischen Glases wurde das beste Cylinderglas dazu gesucht und zu diesem dann das bestpassende sphärische Glas ermittelt.

2. Es wurde vor den Augen mit erweiterter Pupille ein schwarzes Diaphragma mit einer Oeffnung von 4 mm gestellt, um die fern von der Axe einfallenden Strahlen, die bei der normalen Pupillenweite nicht mitwirken, abzublenzen.

3. Bei der Bestimmung der Refraction wurde die Aufmerksamkeit des Untersuchten auf die kleinsten Buchstaben gelenkt, die er noch entziffern konnte und deswegen gewöhnlich kleinere Buchstaben benutzt als die, welche auf den gebräuchlichen Probetafeln gefunden werden.¹

4. Sicherheitshalber geschah die Atropinisirung durch wiederholte Einträufung einer 2 % Lösung von Sulfas atropini.

¹ Es wurden meine bei BRILL (Leiden) erschienenen Probetafeln benutzt, welche sehr viele Buchstaben und Figuren enthalten und auch Gelegenheit geben im Abstände von 5 m die Sehschärfen $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$ und 2 Sn. zu bestimmen. Die Refraktionsbestimmungen werden viel weniger genau, wenn man Tafeln benutzt, die nicht weiter gehen als Sehschärfe = 1 Sn.

In der citirten Abhandlung von FALKENBURG und mir findet man einen vollständigen Bericht über die Untersuchung der 59 Emmetrope.

Hier genügt die Mittheilung, daß die Refraction nach der Atropinisirung betrug

E	in	6 Fällen
$H = 0,25 D$	„	1 Fall
$H = 0,5 D$	„	2 Fällen
$H = 0,75 D$	„	4 „
$H = 1 D$	„	12 „
$H = 1,25 D$	„	16 „
$H = 1,50 D$	„	13 „
$H = 1,75 D$	„	4 „
$H = 2 D$	1 „	1 Fall.

Aus diesen Zahlen ergibt sich eine mittlere Hyperopie von 1,1 Dioptrien. Doch ist es von noch größserer Bedeutung festzustellen, daß einerseits in 6 Fällen die Emmetropie bestehen blieb, andererseits in 41 Fällen die durch Accommodationslähmung hervorgerufene Hyperopie 1 bis $1\frac{1}{2}$ Dioptrien betrug.

Bevor ich auf Grund dieser Untersuchung annehme, daß die meisten Augen nur emmetropisch sind durch einen merkwürdig genau bemessenen Tonus des Ciliarmuskels, muß ich ein Bedenken widerlegen, welches von TSCHERNING in seiner „Optique physiologique“ (S. 84) angeführt ist.

„En mettant de l'atropine dans les yeux emmetropes on trouve souvent un léger degré d'hypermetropie que DONDEBS a voulu expliquer en admettant un tonus du muscle ciliaire. On a été conduit à cette erreur parcequ'on était persuadé que la réfraction devait nécessairement être la même dans toute l'espace pupillaire. Il n'en est rien: il existe presque toujours des différences qui sont souvent très-notables. C'est ainsi qu'il y a dans mon oeil une différence relativement énorme, de près de 4 D entre le bord supérieur et le bord inférieur de la pupille.

„Lorsqu'on instille de l'atropine, la pupille se dilate et la partie basale de la cornée qui est fortement aplatie entre en jeu. Comme l'aplatissement de ces parties est souvent assez fort pour surcorriger l'aberration de sphéricité, il se trouve que la réfraction de ces parties périphériques est généralement plus faible que celle des parties centrales.

FALKENBURG und ich haben die hier genannte Schwierigkeit umgangen durch die Benutzung eines Diaphragma von 4 mm Durchmesser. Man darf erwarten, daß die untersuchte Person instinctmässig dafür sorgt, durch das Centrum dieser künstlichen Pupille zu sehen. Wenn man daran zweifelt, wie TSCHERNING wirklich that (S. 121 l. c.), dann wird man doch seine Bedenken fallen lassen müssen angesichts der Wahrnehmung, daß auch die Accommodationslähmung nach Diphtheritis, die bekanntlich ohne Pupillenerweiterung verläuft, für gewöhnlich eine leichte Hypermetropie hervorruft. JACOBSON¹ hat darauf schon 1864 die Aufmerksamkeit gelenkt und alle Augenärzte haben alljährlich die Gelegenheit, diese Beobachtung JACOBSON's von Neuem zu befestigen. Unter Anderen berichtet MOLL² in seiner Mittheilung über 150 Fälle postdiphtherischer Accommodationslähmung, daß in allen Fällen bis auf 10 eine manifeste Hypermetropie von 1 bis 3 Dioptrien gefunden wurde.

Die Bedeutung, welche diese Beobachtungen für unseren Zweck haben, liegt darin, daß die diphtherische Lähmung die Pupille intact läßt. Wir sind also sicher, daß die erworbene Hypermetropie nicht der abnormalen Pupillenweite, sondern nur der Accommodationslähmung allein zugeschrieben werden kann. Diese pathologische Beobachtungen befestigen unser Zutrauen in den Wahrnehmungen FALKENBURG's und geben uns das Recht, ausführlicher als es bisher geschah, zu überlegen, zu welchen Schlüssen diese Wahrnehmungen uns führen müssen.

Zunächst ersehen wir, daß die normale Refraction nicht Emmetropie heißen darf, wenn wir an der Definition festhalten, daß die Refraction des Auges die relative Brechung des Auges ist im Zustande der Accommodationsruhe. Eher müßte dann eine Hyperopie von $1-1\frac{1}{2}$ Dioptrien als die normale Refraction betrachtet und zugleich dabei constatirt werden, daß die normale Refraction nicht ein einziger, scharf umschriebener Grad von Hyperopie ist, doch wie jedes biologische Maass um eine mittlere Zahl, in diesem Falle $H = 1,25$ Dioptrien wechselt.

Damit sind wir auf unseren Ausgangspunkt zurückgekehrt und messen jetzt nach genauer Betrachtung der Thatsachen der normalen Emmetropie eine ganz andere Bedeutung bei.

¹ *Archiv f. Ophthalmologie* 10, 2.

² *Centralbl. f. prakt. Augenheilk.* 1896.

Sie ist ein Zustand des brechenden Systems, der aus dem Ruhezustand entsteht durch eine leichte tonische Anspannung der Accommodation, einen schwachen Tonus des Ciliarmuskels, dessen Grad in verschiedenen Augen ungleich ist, doch immer gerade so viel beträgt, daß die Einstellung für parallele Strahlen genau erreicht wird und also die normale Hyperopie „corrigirt“ ist.

Dieser Tonus ist ein sehr nachhaltiger. Bei der Untersuchung mit Gläsern blieb die Hyperopie „latent“. Wir gingen doch aus von „emmetropen“ Augen. Ebensowenig wird der Tonus in der Dunkelkammer entspannt, wo sonst die Accommodation so leicht erschlafft. Nur das Diphtheriegift und das Atropin vermögen die normale Hyperopie den scheinbaren Emmetropen manifest zu machen.

Die nachfolgende pathologische Beobachtung zeigt, daß der normale Ciliartonus, wenn er verloren gegangen ist, in einigen Monaten wieder gewonnen werden kann.

v. V., 44 Jahre, kam 13. Febr. 1892 in meine Behandlung wegen Keratitis denticulata des linken Auges. Die kleinen, sehr excentrisch gelegenen Geschwürchen wurden von Zeit zu Zeit mit dem scharfen Löffel abgeschabt. Vom 16. April an wurde, obgleich die Iris normal war, nach damals üblicher Therapie, täglich Atropin in das kranke Auge eingeträufelt. Am 24. Mai wurde damit aufgehört, weil die Hornhautkrankheit geheilt war. Bei der ersten Untersuchung war die Refraction beiderseits emmetropisch. Das Atropin rief jedoch auf dem linken Auge $H = 1,5 D$ hervor. Am 27. Juni, also 34 Tage, nachdem zuletzt Atropin angewandt war, fand ich die Refraction noch immer $H = 1,5 D$, obgleich Accommodation und Pupille schon lange Zeit normal und die lähmende Wirkung des Atropins völlig vorbei waren. Das Auge hatte also nach sechswöchentlicher Atropinisierung seinen Ciliartonus so sehr verloren, daß es denselben auch dann nicht zurückgewinnen konnte als die Accommodation wiederkehrte. Sollte dieser Zustand dauerhaft sein? Nach einem Monat fand ich Hyperopie $1 D$ (Sehschärfe ohne Glas $\frac{1}{6}$, nach Correction $\frac{1}{2}$). Neun Monate nachdem zuletzt Atropin eingeträufelt war, fand ich wieder Emmetropie und Sehschärfe $\frac{1}{2}$.

Der Ciliartonus der normalen Hyperopen ist ein zweckmäßiger. Offenbar wird seine Quantität bestimmt durch das Streben, das Auge für parallele Strahlen einzurichten, das heißt, den Brechzustand so zu regeln, daß die am weitesten entfernten Gegenstände ohne weitere Anstrengung der Accommodation scharf gesehen werden können. Augen, die nach vollkommener Erschlaffung der Accommodation noch emmetropisch sind, bleiben also ohne Ciliartonus, entgegen der gültigen Regel, daß glatte Muskelfasern immer einen Tonus haben. In den meisten Augen

jedoch beträgt der Tonus 1 bis 1,5 Dioptrien, im Mittel 1,25 Dioptrien.

Ich glaube, daß die mitgetheilten Thatsachen betreffend der normalen Refraction des erwachsenen Auges, klar genug sind. Sie bieten aber eine Schwierigkeit, wenn wir sie in eine Definition der normalen Refraction resumiren wollen. Wir haben ohne Zweifel das Recht, eine schwache Hyperopie die normale Refraction zu nennen. Wir bleiben dann in Uebereinstimmung mit der allgemein gültigen Definition der normalen Refraction. Doch wird an erster Stelle der Praktiker sich dagegen erklären, der in seiner täglichen Arbeit immer wieder Emmetropie findet und mit vollem Rechte davon absieht, die normale latente Hyperopie zu suchen. Doch wünscht auch der Theoretiker die dynamische Emmetropie, welche viel constanter ist als die von Fall zu Fall wechselnde statische Hyperopie, in der Definition wieder zu finden. Wir thun also am besten, die normale Refraction zu definiren als eine Emmetropie, welche im schwach hyperopischen Auge entsteht durch einen sehr zähen Ciliartonus, durch eine sehr vollkommene dynamische Adaptation an die vom Auge geforderte Function.

Das eigenthümliche Verhalten der normalen Refraction fällt noch mehr auf, wenn wir uns erinnern, daß die normale Refraction des neugeborenen Kindes eine Hyperopie höheren Grades ist als die normale Hyperopie des Erwachsenen, und ferner daß auch die normale Refraction des Greisenauges Hyperopie ist. Wir treffen also eigentlich während des ganzen Lebens die Hyperopie im normalen Auge an.

Folgen wir jetzt dem Gang der Refraction im Laufe des Lebens. Zunächst fragen wir, welches die Refraction des Neugeborenen ist. Die ersten quantitativen Bestimmungen sind von HORSTMANN¹, der später dann noch eine neue größere Reihe von Bestimmungen veröffentlicht hat. Er fand unter 100 Neugeborenen am meisten Hyperopie, nämlich 88 Hyperopen, 10 Emmetropen und 2 Myopen. Vor HORSTMANN's zweiter Publication hatten schon KÖNIGSTEIN², SCHLEICH³ und ULRICH⁴ Untersuchungen mitgetheilt,

¹ Naturforscher-Versammlung Danzig 1880.

Archiv f. Augenheilkunde 1884.

² *Wiener med. Jahrbuch* 1881.

³ *Mitth. aus der ophth. Klinik Tübingen* 2 (1). 1882.

⁴ Diss. Königsberg 1884.

welche eine noch grössere Reihe von Augen betreffen. Sie fanden alle Augen hyperopisch. Der am meisten vorgefundene Grad von Hyperopie war unter 100 Augen von HORSTMANN $H = 3 D$, unter 600 Augen von KÖNIGSTEIN $H = 2$ bis $2\frac{1}{2} D$, unter 300 von SCHLEICH $H = 4\frac{1}{2} D$, unter 204 von ULRICH $H = 2 D$. BJERRUM¹ fand unter 126 Augen am meisten $H = 4 D$, GERMAN² unter 220 Augen am meisten $H = 4—8 D$ Hyperopie. Man sieht, daß die Zahlen unter sich sehr verschieden sind. Die Bestimmungen sind sehr schwierig genau auszuführen. Wenn auch die Accommodation gelähmt und die Pupille durch Atropin erweitert ist, so bleibt doch die Refraktionsbestimmung im aufrechten Bild beim Neugeborenen mühsam. Die Lidspalte muß offen gehalten werden; der günstige Augenblick, wenn das Kind in die geeignete Richtung blickt, muß abgewartet werden und geht bald wieder vorüber. Es ist deswegen wohl richtig, mehr Gewicht zu legen auf skioskopische Bestimmungen. Dabei sitzt der Untersucher in einem größeren Abstände, so daß das Offenhalten der Lider durch einen Gehülfen den Beobachter nicht hindert. Er hat nur zu bestimmen, ob in der Pupillarebene ein Schatten sich bildet oder nicht, und in welcher Richtung sich der Schatten bewegt. Jedesmal, wenn das Kind in die geeignete Richtung schaut, kann er schnell eine Beobachtung machen und er erhält bald eine Reihe sich controlirende Beobachtungen. Er kann leichter einen nahe an der Fovea centralis liegenden Netzhauttheil untersuchen als Derjenige, der die Bestimmung im aufrechten Bilde in der gewöhnlichen Weise macht.

Herr BIEGEL fand skioskopisch in 39 Fällen immer Hyperopie; in 30 dieser Fälle war $H = 2—4 D$ vorhanden; am meisten (in 9 Fällen) kam $H = 3 D$ vor. Mein Assistent DE VRIES, der eine sehr große Erfahrung mit der Schattenprobe hat, und auf dessen Beobachtungen ich viel Werth lege, untersuchte vor Kurzem auf meine Bitte eine Reihe Neugeborene in der Gebäranstalt der Universität. Er wird selbst ausführlich seine Untersuchungen mittheilen, doch gebe ich hier schon seine Statistik über 97 Fälle. Er fand 5 Myopen, 14 Emmetropen und 78 Hyperopen. Da ihm nicht in allen Fällen die quantitative Bestimmung hin-

¹ Intern. med. Congress Kopenhagen 1884.

² *Arch. f. Ophth.* 31 (2). 1885.

reichend sicher erschien, so sonderte er die zweifelhaften Fälle aus und erhielt dann folgende Statistik von 78 Neugeborenen:

	Zahl der Fälle		Zahl der Fälle
$M = 4 D$	1	$H = 3 D$	12
$M = 3 D$	2	$H = 4 D$	12
$M = 2 D$	1	$H = 5 D$	6
$M = 1 D$	1	$H = 6 D$	5
E	11	$H = 7 D$	1
$H = 1 D$	10	$H = 8 D$	1
$H = 2 D$	15		

Man sieht, daß nach dieser Liste die größte Zahl der Säuglinge zwischen E und $H = 4 D$ schwankt um einem bei $H = 2 D$ gelegenen, nicht scharf hervorragenden Maximum. Hervorzuheben ist, daß mehr Myopen und Emmetropen gefunden wurden als frühere Untersuchungen hätten erwarten lassen, obgleich die große Mehrzahl doch hyperopisch war. Ich hoffe, daß Herr DE VRIES Zeit finden wird, seine Untersuchungen auf eine größere Reihe von Kindern auszudehnen.

Das Mitgetheilte genügt, um zu zeigen, daß die Refraction des atropinisirten Neugeborenen-Auges kein scharf bestimmter Zustand ist und im Mittel $H = 2 D$ beträgt. Vergleichen wir diese Ziffer mit der Tabelle von FALKENBURG's atropinisirten Recruten, so finden wir, daß die Abweichungen von der mittleren Zahl sehr viel kleiner werden und daß die Hyperopie abnimmt, im Mittel $0,75 D$. Das Auge des Neugeborenen ändert also während des Wachstums seine Form und die verschiedenen normalen Augen werden unter sich ähnlicher.

Die Messungen von AXENFELD¹ und von HOLTH² haben gezeigt, daß der Krümmungsradius der Hornhaut des Neugeborenen nur wenig von dem des Erwachsenen verschieden, hingegen die Krümmung der Linsenflächen viel stärker ist. WEISS³ hat gefunden, daß die mittlere Länge des Neugeborenen-Auges 16,4 mm beträgt gegen 23,85 mm beim Erwachsenen. In der That unterliegt also das Auge einer eingreifenden Aenderung seiner Form.

¹ *Zeitschrift f. Psych. und Phys. der Sinnesorgane* 15. 1897.

² *Internat. ophth. Congress Utrecht* 1899.

³ *Anatomische Hefte* 1897.

Wir wissen, daß diese eine Verstärkung der Refraction zu Wege bringt, durch welche diese der Emmetropie genähert wird. Doch wird in der Regel die Emmetropie nicht erreicht und es bleibt eine schwache, doch keineswegs in allen Fällen gleiche Hyperopie für die dynamische Correction übrig.

In welchem Alter ist die normale tonische Refraction Emmetropie geworden? Das wissen wir nicht, da keine Massenuntersuchungen der Augen im Alter von 0—6 Jahren vorliegen. Erst in der Schule sind die Kinder für Massenuntersuchungen zugänglich. Wir können die Refractionsuntersuchungen, die vielfach im Interesse der Myopiefrage ausgeführt sind, zu unserem Zwecke benutzen. Ich verfüge hierzu zunächst über die Untersuchungen an 5226 Schülern der Amsterdamer Volksschulen, welche das Material zu der Dissertation von DINGER geliefert haben. Die Untersuchungen geschahen zwar nur skiaskopisch ohne Atropinisierung der untersuchten Augen, wurden aber stets von Personen ausgeführt, die mit dieser Methode sehr vertraut waren.

Tabelle I.

Refraction von 5226 Schulkindern, nach Altersgruppen, in Procenten.

	6—7 Jahre	8—9 Jahre	10—11 Jahre	12—13 Jahre
	%	%	%	%
Emmetropen	75	76,2	74,4	74,2
Hyperopen	14,8	14	13,3	11,5
Astigmatiker	9,6	7,6	7,5	10,1
Myopen	0,9	2,3	4,3	6,7

Die Zahlen zeigen zunächst, daß Dreiviertel der Schulkinder von 6 Jahren schon (dynamisch) emmetropisch sind. Zu unserem Zwecke dürfen wir die Astigmatiker und die Myopen, als pathologische Erscheinungen, fortlassen. Wir haben es nur mit Emmetropen und Hyperopen zu thun.

Wir berechnen daher, wie in der Gesamtzahl der Emmetropen und Hyperopen das Verhältniß von Emmetropie zu Hypermetropie ist. Im Alter von 6—7 Jahren sind 83 % Emmetropen neben 17 % Hyperopen vorhanden. Nur 17 unter 100 haben also die typische Säuglingsrefraction behalten.

Eine sehr auffallende Erscheinung fand DINGER bei der Vergleichung der Schulen verschiedener Classen. Wegen der Wichtigkeit der Thatsache wiederhole ich hier die ganze Tabelle und die Curve aus DINGER's Dissertation.

Tabelle II.

Verhalten von Emmetropen- und Hyperopen-Augen
in 4 Classen von Schulen; absolute Zahlen und Procente.

Volksschulen	6—7 Jahre			8—9 Jahre			10—11 Jahre			12—13 Jahre			
	Gesammtzahl der Augen mit E u. H	Zahl der Augen mit E oder H	Procentzahl	Gesammtzahl der Augen mit E u. H	Zahl der Augen mit E oder H	Procentzahl	Gesammtzahl der Augen mit E u. H	Zahl der Augen mit E oder H	Procentzahl	Gesammtzahl der Augen mit E u. H	Zahl der Augen mit E oder H	Procentzahl	
I. Classe	1312	1056	80,5	1418	1153	81,3	1026	821	80	647	532	82,2	Emmetropie
	1312	256	19,5	1418	265	18,6	1026	205	19,9	647	115	17,8	Hyperopie
II. Classe	386	312	80,8	398	330	82,9	390	325	83,3	240	204	85	Emmetropie
	386	74	19,2	398	68	17	390	65	16,6	240	36	15	Hyperopie
III. Classe	462	416	90	559	506	90,5	474	423	89,2	361	325	90	Emmetropie
	462	46	10	559	53	9,4	474	51	10,7	361	36	10	Hyperopie
IV. Classe	276	244	88,4	261	237	90,8	266	244	91,7	213	195	91,5	Emmetropie
	276	32	11,6	261	24	9,1	266	22	8,2	213	18	8,5	Hyperopie

Tabelle III.

Verhalten von Emmetropen- und Hyperopen-Augen
in zwei Gruppen von Schulen; absolute Zahlen und Procente.

Volksschulen	6—7 Jahre			8—9 Jahre			10—11 Jahre			12—13 Jahre			
	Gesammtzahl der Augen mit E u. H	Zahl der Augen mit E oder H	Procentzahl	Gesammtzahl der Augen mit E u. H	Zahl der Augen mit E oder H	Procentzahl	Gesammtzahl der Augen mit E u. H	Zahl der Augen mit E oder H	Procentzahl	Gesammtzahl der Augen mit E u. H	Zahl der Augen mit E oder H	Procentzahl	
I. u. II. Classe	1698	1368	80,5	1816	1483	81,6	1416	1146	80,9	887	736	83	Emmetropie
	1698	330	19,4	1816	333	18,3	1416	270	19	887	151	17	Hyperopie
III. u. IV. Classe	738	660	89,4	820	743	90,6	740	667	90,1	574	520	90,5	Emmetropie
	738	78	10,5	820	77	9,3	740	73	9,8	574	54	9,4	Hyperopie

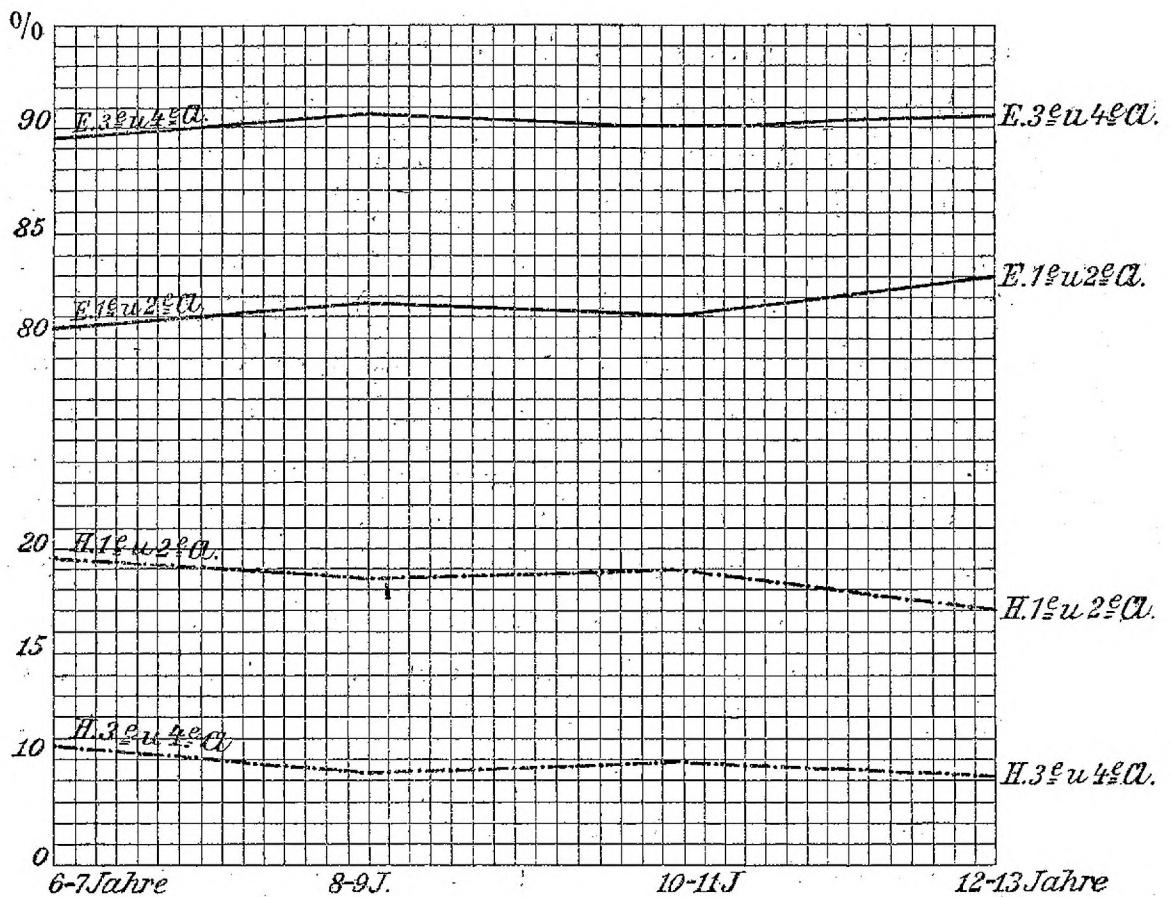


Fig. 1.

Eine sehr auffallende Erscheinung tritt hervor, wenn man das Verhalten von den Hyperopien und Emmetropen in den Schulen verschiedener Classen vergleicht. Mit einem Blicke sieht man in Tabellen und Curve, daß die Schulen 1. und 2. Classe, wo kein oder nur ein sehr geringes Schulgeld gezahlt wird, unter sich übereinstimmen. Neben 80,5 resp. 70,8 % Emmetropen sitzen 19,5 resp. 19,2 % Hyperopien im Alter von 6—7 Jahren, während im Alter von 11—12 Jahren diese Zahlen 82,2, 85, 17,8 und 15 % geworden sind. In den Schulen 3. und 4. Classe, mit höherem Schulgelde dagegen, wo der Umfang des Unterrichtes größer ist und die Uebergangsprüfungen nach höheren Schulen zu größerer Anstrengung zwingen, sind beziehungsweise viel mehr Emmetropen. Es sitzen neben 90 und 88,4 % Emmetropen, 10 resp. 11,6 % Hyperopien 6—7jährigen Alters; 90 resp. 91,5 % Emmetropen, 10 resp. 8,5 % Hyperopien 11—12jährigen Alters.¹ Dieser Gegensatz wird in jeder Altersgruppe wieder-

¹ In Tabelle II ist jede der 4 Classen von Schülern einzeln angeführt; in Tabelle III und der Curve sind die 1. und 2. Classe zusammen genommen und ebenso die 3. und 4. Classe, nachdem Tabelle II die Verwandtschaft dieser Paare dargethan hatte.

gefunden, so daß an einen Zufall nicht gedacht werden kann. Eine schwache Abnahme der Zahl der Hyperopen greift in beiden Gruppen nahezu in derselben Weise statt, doch nähern sich die Kinder der Wohlhabenden viel mehr der idealen Refraction, als die Kinder der schlechter Situirten, und zwar beträgt der Vorsprung der ersteren 7 bis 10 %. Da der Unterschied sich schon findet unter den jüngsten Kindern, sind wir genöthigt anzunehmen, daß Umstände außerhalb der Schule wirksam sind. Vielleicht ist an eine erbliche Anlage zu denken, vielleicht an den Einfluß der FRÖBEL-Schulen und des vorbereitenden Unterrichts im Elternhause. Es ist anzunehmen, daß die Kinder, welche später die Schulen der 1. und 2. Classe besuchen werden, viel mehr Zeit in der Strafe zubringen als die späteren Besucher der 3. und 4. Classe, deren Hand und Auge zu Spiel und Uebung schon frühzeitig angestrengt wird.

Es bleibt uns noch übrig die Zahlen DINGER's nach dem Grade der Hyperopie zu gruppieren. Ich trenne dabei wieder die Schulen 1. und 2. Classe von den Schulen 3. und 4. Classe und füge in Tabelle IV als dritte Reihe noch einmal die Zahlen von Herrn DE VRIES, 73 Neugeborene betreffend, hinzu, diesmal nach Procenten berechnet.

Tabelle IV.

Frequenz von *E* und verschiedenen Graden von *H* unter den sämtlichen Emmetropen und Hyperopen in Procenten.

	<i>E</i>	<i>H</i> =1 <i>D</i>	<i>H</i> =2 <i>D</i>	<i>H</i> =3 <i>D</i>	<i>H</i> =4 <i>D</i>	<i>H</i> =5 <i>D</i> u. höher
	%	%	%	%	%	%
Schule 1. u. 2. Cl.	83,5	7,5	6,5	0,8	1,5	0,4
„ 3. u. 4. Cl.	91,5	3,5	3,6	0,5	0,5	0,3
Neugeborene	15	13,7	20,5	16	16	17,8

Man sieht, daß die relativ niedrige Zahl der Hyperopen in den Schulen der 3. und 4. Classe durch die geringere Besetzung aller Grade von Hypermetropie bewirkt wird, wenigstens bis $H = 4 D$ incl. Die auf der Hand liegende Annahme, daß besonders die schwächsten Grade von Hypermetropie unter den besser situirten Schülern die Emmetropen geliefert haben, trifft nicht zu. Ebenso zeigt die Statistik der Neugeborenen, daß die höheren Grade von Hypermetropie ein bedeutendes Contingent

an Emmetropen abgeben. Nur eine sehr geringe Zahl unter diesen behält die Säuglingsrefraction.

DINGER's Arbeit bringt uns höchstens zum 14jährigen Alter. Die Dissertation von VAN DER MEER führt uns weiter. Sie berichtet über Untersuchungen von den Schülern der mittleren (Real-) Schulen und des öffentlichen Gymnasiums in Amsterdam. Der Zweck war hauptsächlich Erfahrungen über die Schulmyopie zu sammeln. Daneben ergab sich doch auch zu unserem Zwecke Brauchbares. Die Tabellen V und VI zeigen die Vertheilung der verschiedenen Refractionen nach Altersgruppen

Tabelle V.

Refraction von 3346 Schülern der Mittelschulen und des Gymnasiums in Amsterdam nach Altersgruppen.

	<i>E</i>		<i>H</i>		<i>As</i>		<i>M</i>	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
12—13 Jahre	345	56,7	73	12	83	13,6	107	17,6
14—15 „	824	58,9	170	12	162	11,6	244	17,4
16—17 „	533	55,18	98	10	124	12,8	211	21,8
18 J. u. höher	182	48,93	32	8,6	48	12,9	110	29,6

Tabelle VI.

Verhalten der 2257 Emmetropen und Hyperopen in den genannten Schulen.

	<i>E</i>		<i>H</i>	
	Anzahl	%	Anzahl	%
12—13 Jahre	345	82,5	73	17,5
14—15 „	824	82,9	170	17,1
16—17 „	533	84,47	98	15,53
18 Jahre und höher	182	85	32	15

in allen untersuchten Schulen. Der Astigmatismus bleibt sich gleich. Die Myopie steigt regelmässig mit dem Alter, Hyperopie und Emmetropie gehen herunter. Wenn wir Myopie und Astigmatismus als pathologisch bei Seite lassen und nur mit Emmetropie und Hyperopie rechnen wie früher bei der Besprechung von DINGER's Zahlen, so finden wir (Tabelle VI), dafs auch hier die Hyperopie beim Ansteigen des Alters einige Procente an die Emmetropie abgiebt. Die Zahl, welche die ideale Refraction erreicht, steigt auf Kosten der Hyperopie.

Wir wissen durch die Untersuchungen von FALKENBURG, daß der Refraktionszuwachs in Wahrheit nicht geht bis an die Emmetropie, doch gewöhnlich $1-1\frac{1}{2}$ D zurückbleibt, indem das Fehlende vom Ciliartonus ausgefüllt wird. Doch ist es wohl richtig, die Emmetropie zu betrachten als die ideale Refraction, nach welcher das Auge strebt. Außer den Hauptgründen für diese Annahme, welche schon im Vorangehenden enthalten sind, werde ich jetzt noch einige andere aufzählen.

Zunächst fällt die Thatsache ins Gewicht, daß es viele emmetropische Augen giebt mit myopischem Bau. In meinem Wirkungskreise als Militärarzt habe ich bei einer sehr großen Zahl Recruten, meistens Bauern und Arbeitern, die allgemein gültige Regel befestigt gefunden, daß man bei der Untersuchung im aufrechten Bilde die Emmetropie erkennen kann durch die Einstellung auf die Arteriolae maculares. In Amsterdam untersuche ich nur emmetrope Studenten in dieser Weise, nämlich in den Augenspiegelkursen. Da finde ich fast regelmässig, daß bei diesen Emmetropen die Arteriolae maculares und die ganze Umgebung der Papille schon myopisch liegen. Diese Studenten sind functionell, in der Macula lutea, emmetropisch, doch anatomisch schon Myopen. Die myopische Ausdehnung des Auges fängt offenbar in der Gegend des Sehnerven an und erreicht erst später den hinteren Pol.¹ Das Gymnasium und die Mittelschulen, welche $\frac{1}{3}$ ihrer Schüler myopisch machen, haben auch diejenigen nicht geschont, die emmetropisch blieben. Ich halte es nicht für einen Zufall, daß ungeachtet des Dranges zur Myopie doch die Hälfte der Studenten gerade emmetropisch blieb. Auf dem Wege nach der Myopie, welchen fast alle betreten, bildet die Emmetropie der Maculagegend eine Barrière, die nicht so leicht übersprungen wird. Die Emmetropie ist ein Ziel für die Hyperopen, ein Hinderniß für den Drang nach Myopie.

Sodann zeigen uns FALKENBURG's Zahlen, die ich hier noch einmal wiederhole, die Neigung zur Emmetropie in zweierlei Art:

¹ Ich habe dies aus einer kleinen Zahl von Beobachtungen nachgewiesen in meiner Arbeit über die Ausdehnung des hinteren Bulbustheiles bei Myopie. *Archiv f. Ophth.* 33 (3). 1887.

	Zahl der Fälle		Zahl der Fälle
E	6	$H = 1 D$	12
$H = \frac{1}{4} D$	1	$H = 1 \frac{1}{4} D$	16
$H = \frac{1}{2} D$	2	$H = 1 \frac{1}{2} D$	13
$H = \frac{3}{4} D$	4	$H = 1 \frac{3}{4} D$	4
		$H = 2 D$	1

Sofort sehen wir, daß der Ciliartonus für seine nivellirende Arbeit eine ganze Scala von Refraktionszuständen zwischen $H = 0,25 D$ und $H = 2 D$ findet. Das Maafs des Tonus wird ausschliesslich bestimmt durch den Drang nach Erreichung der Emmetropie. Die untersuchten Augen sind unter sich sehr verschieden, doch stimmen alle darin überein, daß sie durch einen zwischen 0 und $+ 2 D$ schwankenden Tonus emmetropisch gemacht sind. Diese Emmetropie läßt sich nicht zur Seite schieben durch eine offenbar zu enge Definition des Begriffes Refraction des Auges.

Es ist noch mehr aus diesen Zahlen zu entnehmen. Wir finden in dieser Zifferreihe das früher erwähnte Gesetz von QUETELET nicht wieder. Zwar variirt die grofse Mehrzahl der Fälle um den Mittelwerth $H = 1 \frac{1}{4} D$. Doch liegt ein zweites Maximum bei E . Sechs unter 59 Fällen blieben emmetropisch ungeachtet einer energischen, sogar mehrere Tage hinter einander wiederholten, Einträufelung einer 2 % Atropinlösung. Ich glaube, daß unsere zwei Maxima zwei Phasen der Entwicklung kennzeichnen. Die wirkliche Emmetropie, bei 6 unter 59 Fällen gefunden, deutet die normale Refraction des künftigen Geschlechtes an, dessen Augen noch mehr als die des jetzigen, den Anforderungen des Culturlebens angepaßt sein werden.

In den hyperopischen Augen der Säuglinge ist eine Kraft verborgen, welche danach strebt, die emmetropische Refraction zu erreichen, in 10 % der Fälle thatsächlich diesen Zweck ganz erreicht, doch meistens dem Ciliarmuskel einen kleinen Theil der Aufgabe überläßt. Die Kraft, welche während des Wachstums des Auges und der damit einhergehenden Aenderung der Gestalt das richtige Maafs immer näher erreicht, kennen wir nicht. Es ist zu denken an den Druck der äufseren Augenmuskeln, an das „Wachstum unter Muskeldruck“, das in den Theorien der Myopie eine Rolle spielt. Wir können auch annehmen, daß die fortdauernde Anspannung des Ciliarmuskels auf die Dauer dem vorderen Theile

der Choroidea und des Corpus ciliare eine andere Form gebe¹, in Folge dessen die Zonula Zinnii nachgiebt. In dieser Weise übernehme allmählich die organische Refractionsänderung die Arbeit, welche früher durch die Contraction des Ciliarmuskels geleistet wurde. Dieser Proceß findet seinen natürlichen Abschluß, sobald bei vollkommener Entspannung des Ciliarmuskels Emmetropie besteht.

Der Physiologe, der als allgemeines Gesetz aufstellt, daß die glatte Musculatur während des ganzen Lebens einen schwachen Tonus besitzt, wird den Vorbehalt machen, daß die normale Refractionszunahme in 1 bis $1\frac{1}{2}$ Dioptrien Abstand von der Emmetropie stehen bleiben muß. Er braucht dann noch eine zweite Hypothese zur Erklärung der relativen Häufigkeit der wahren Emmetropie. Diese wäre in der Annahme zu finden, daß in diesen absolut emmetropischen Augen die drohende Myopie nur abgewendet ist durch das ausnahmsweise stattfindende Aufgeben des normalerweise der glatten Musculatur zukommenden Tonus.

Ich gehe absichtlich nicht näher ein auf die Kräfte, welche die Transformation des Auges bestimmen, da doch zu einer Entscheidung zu wenig sichere Data vorliegen. Ich will aber noch einen Weg andeuten, auf welchem man vielleicht der Lösung der Frage näher kommen kann.

Es wäre wohl möglich, die Emmetropisirung des normalen Auges zu studiren mit Hülfe derjenigen Fälle, in welchen dieser Proceß ausbleibt. Ein kleiner Theil der Säuglinge macht die Emmetropisirung nicht mit und behält die infantile Refraction. Man könnte versuchen, den Ursachen des Zurückbleibens nachzuspüren.

Es ist allgemein bekannt, daß die Hyperopen außer der Hyperopie nicht selten noch folgende Eigenschaften besitzen:

1. Eine subnormale Sehschärfe, die wir als Refractionsamblyopie bezeichnen können; sie ist um so niedriger, je höher der Grad der Hyperopie ist.

2. Ein besonders schwaches Auge, dessen Sehschärfe geringer ist, der Regel nach sogar viel geringer als durch den Grad der

¹ Findet diese Zugkraft ihren Ausdruck in der Rinne zwischen Sclera und Cornea, welche sogar in den meist schematischen Abbildungen des Auges dargestellt wird?

Hyperopie an sich bedingt ist: monoculäre Amblyopie der Hyperopen.

3. Convergenschielen oder wenigstens ein schwaches binoculäres Sehen.

Die Refractionsamblyopie hat bisher noch wenig Beachtung gefunden, während die beiden anderen Erscheinungen bereits als Folgen der Hyperopie erklärt worden sind. Es hat diese von DONDERS vertheidigte Auffassung lange Zeit allgemeine Anerkennung gefunden. Doch hat sich herausgestellt, daß die einzelnen Beobachtungen oft schlecht zum Schema passen. „Das physiologisch Mögliche ist nicht immer das pathologisch Wirkliche“, sagt SCHWEIGGER, der sich zuerst gegen DONDERS' Theorie erklärte.

Da aber der Zusammenhang der genannten Erscheinungen mit der Hyperopie einmal feststeht, so kann jetzt an Stelle der früher geltenden nunmehr die gerade entgegengesetzte Auffassung eintreten, d. h. man kann die causale Verknüpfung umkehren und die Frage aufwerfen, ob die Ursache der Hyperopie, d. h. das Beharren in der infantilen Refraction in der Sehschwäche oder in dem schwachen Binocularsehen zu suchen sei. Eine bejahende Beantwortung dieser Frage würde zugleich zur Annahme führen, daß die normale Emmetropisirung unter Einwirkung einer normalen Sehschärfe und eines guten Binocularsehens zu Stande kommen.¹ Ich hoffe später auf diese Frage zurückkommen zu können.

Nachdem wir die Augen des Säuglings, des Schulkindes und des zwanzigjährigen Recruten besprochen haben, kommen wir mit einem Sprunge zum Auge des Greisen, da die Personen mit normalen Augen von 20—50 Jahren nicht so leicht zu einer Massenuntersuchung zu vereinen sind. Zwar kommen die Personen mit kranken Augen und Refractionsanomalien in die Poliklinik, doch diese liefern ein zu unserem Zwecke unbrauchbares Material.

STELLWAG VAN CARION hat zuerst gesehen, daß die normale Refraction der Greisen Hyperopie ist. DONDERS brachte die That-
sache zu vollkommener Klarheit. In seiner bekannten Fernpunktcurve liest man das Resultat seiner Untersuchung von

¹ Cf. die citirte Arbeit von FALKENBURG, und meine Arbeit: Statistische Beiträge zum Studium der Amblyopia congenita. *Archiv f. Augenheilk.* 1896.

35 Personen, älter als 40 Jahre, aus welchen die normale senile Hyperopie hervorgeht. KOUWENHOVEN hat aus den Krankengeschichten meiner Poliklinik eine Statistik gezogen von 3877 Augen von Personen im Alter von 35 Jahren und darüber mit guter Sehschärfe, ohne Zeichen pathologischer Abweichungen. Im Alter von 35 Jahren kommen nur pathologische Augen zum Augenarzt. In einer höheren Altersstufe kommen auch normale Augen wegen eingetretener Presbyopie. In welchem Alter sind alle normale Augen genöthigt Hülfe zu verlangen und besteht die Statistik also hauptsächlich aus normalen Augen? KOUWENHOVEN konnte durch die Vergleichung seiner Zahlen mit der allgemeinen Bevölkerungsstatistik Amsterdams darthun, daß im 50. Jahre diese Reinigung des statistischen Materials stattgefunden hat. Mit diesem Jahr fangen wir also unsere Uebersicht von KOUWENHOVEN's Resultate an.

Im 50. Jahre giebt es mehr Personen mit $H = 1 D$ als Emmetropen, 40,9 % $H = 1 D$ gegen 33 % E . Nur für ein Drittel der Bevölkerung ist die normale Refraction noch Emmetropie.

Mit dem Ansteigen der Jahre geht der Procentsatz der Emmetropen immer weiter zurück. Im 65. Jahre giebt es deren nur noch 10,95 %. Dann wird die Abnahme weniger bedeutend.

Indem die Emmetropie herunter geht, steigt die Hyperopie. Bis zum 60. Jahre kommen $H = 1 D$ und $H = 1,5 D$ am meisten vor. Im 65. Jahre sehen wir, daß $H = 2 D$ und $H = 2,5 D$ fast ebenso häufig sind als $H = 1 D$ und $H = 1,5 D$.

Ich gebe hier die Curve aus KOUWENHOVEN's Dissertation wieder, welche die Frequenz der Emmetropie und die Grade von Hyperopie vom 50. bis zum 70. Jahre anzeigt.

Am meisten fällt der starke Niedergang der Emmetropen und die ebenso bedeutende Steigerung der Hyperopie von 2 D auf. Es verdient Beachtung, daß die Hyperopen von 1 D sich

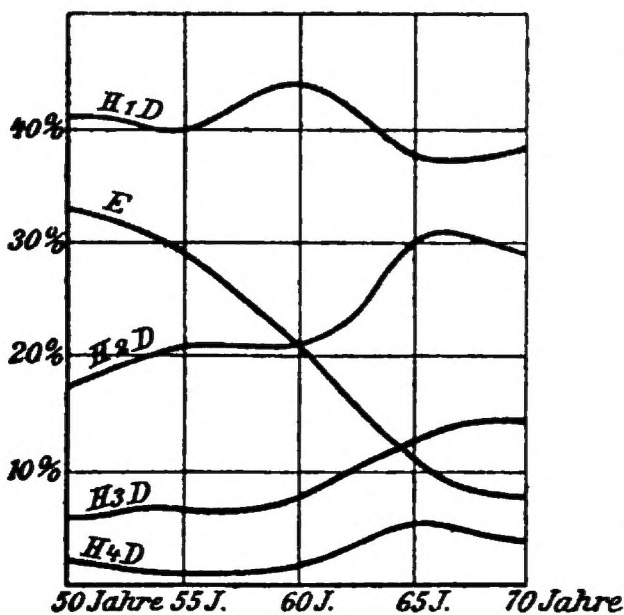


Fig. 2.

im Allgemeinen in derselben Höhe halten, offenbar weil der Zuwachs von der Seite der Emmetropen ebenso groß ist, wie

die Abgabe nach den Hyperopen von 2 D . Erst im 60. Jahre wird der Verlust gröfser als der Gewinn.

Mit dem 65. Jahre ändert sich der Charakter des Curvenverlaufes. Das Auf- und Niedersteigen der Curven wird schwächer. Beachten wir, dafs

wo in der Statistik steht $\left\{ \begin{array}{l} E \text{ zusammengefügt sind } E \text{ und } H = 0,5 D \\ H = 1 D \quad " \quad " \quad H = 1 D \text{ und } H = 1,5 D \\ H = 2 D \quad " \quad " \quad H = 2 D \text{ und } H = 2,5 D, \end{array} \right.$

dann können wir KOUWENHOVEN's Resultate in folgender Weise resumiren:

Schon vor dem 45. Jahre fängt bei einem Theile der Emmetropen eine Abnahme der Refraction an, so dafs viele Hyperopen $H = 1$ bis $1,5 D$ werden. Die Zahl der Emmetropen, welche diese Abschwächung erleiden, nimmt bis zum 65. Jahre schnell zu. Die Hyperopen von $1 D$ und $1,5 D$ bleiben immer in der Mehrheit, doch erreicht in vielen Fällen die senile Refraktionsabnahme eine Hyperopie von 2 bis $2,5$ Dioptrien. Aus dem Ansteigen der Procentzahl von $H = 3 D$ und $H = 3,5 D$ nach dem 60. Jahre folgt, dafs die Abnahme der Refraction noch weiter gehen kann.

Für weitere Einzelheiten verweise ich auf KOUWENHOVEN's Abhandlung. Nun habe ich nur nachzuweisen, wie die mitgetheilten Thatsachen sich an unsere früheren Ausführungen anschliessen.

DONDERS hat per exclusionem die Ursache der senilen Hyperopie gesucht in einer Aenderung der Linsenbrechung. Doch liegt bei unserer heutigen Kenntnifs der Thatsachen für die jüngeren Presbyopen kein Grund vor, nach einer besonderen Erklärung zu suchen, da die Refraction der Mehrzahl der Presbyopen ungefähr dieselbe ist, wie bei den Erwachsenen im 20jährigen Alter. Die Annahme liegt auf der Hand, dafs die vorhin latente Hyperopie im Alter manifest wird. Nur für die zweite Abnahme der Refraction, die nach dem 60. Jahre stark hervortritt, behält DONDERS' Erklärung Geltung.

Schliesslich ist noch hervorzuheben, dafs DE VRIES unter seinen atropinisirten Säuglingen 15 % Emmetropen fand, FALKENBURG unter den atropinisirten Recruten 10 %, KOUWENHOVEN unter den Greisen von 65 Jahren 10,95 % Emmetropen. Die Uebereinstimmung zwischen den letzten zwei Zahlen ist sehr

bemerkenswerth und eine Stütze für die vorgetragenen Anschauungen. Der Ziffer der Säuglingsstatistik lege ich vorläufig keinen Werth bei, da die Zahl der untersuchten Personen für diesen Zweck zu klein ist.

Ich resumire meine ganze vorliegende Arbeit in folgenden Thesen:

I. Die normale Refraction macht im Laufe des Lebens eine Schwankung, die größtentheils scheinbar ist und durch einen Tonus des Ciliarmuskels verursacht wird. Nur im Anfange und am Ende des Lebens ist die Aenderung eine wirkliche.

II. Die normale Refraction des Auges des Neugeborenen ist kein scharf umschriebener Zustand, sondern wechselt bei verschiedenen Individuen zwischen ziemlich weiten Grenzen. Während des Wachstums nähern sich diese Grenzen, so daß in der Mehrzahl der Fälle eine nur sehr geringe Differenz übrig bleibt.

III. Die Natur strebt nach einer idealen Refraction, welche das ruhende Auge für die am meisten entfernten Gegenstände einstellt (Emmetropie). In einer geringen aber doch nicht zu vernachlässigenden Zahl von Fällen geschieht dies durch eine sehr genaue Regulirung der Axenlänge und der Brechkraft. Meistens ist die Brechung ein wenig zu schwach (normale Hyperopie) und wird das Deficit durch einen sehr genau bemessenen Tonus des Ciliarmuskels ausgefüllt.

IV. Die Emmetropisirung tritt in den höheren socialen Classen mit größerer Constanz ein als in den unteren. Dabei ist aber abgesehen von den pathologischen Fällen, in welchen die Refraktionszunahme zu weit geht und Myopie entsteht.

(Eingegangen am 23. October 1900.)
