

valle mit gleichem Längenmaass zu messen, macht es auch vorzüglich geeignet zur Bestimmung des Astigmatismus. Die Differenzen der Sehweite in verschiedenen Meridianen des Auges gelangen durch dasselbe in Centimetern ausgedrückt, welche Dioptrien bedeuten, zur unmittelbaren Anschauung. Paetz u. Flohr in Berlin, sowie die Buchhandlung von A. Freyschmidt in Cassel liefern jetzt eine auf ein Zinktäfelchen aufgeklebte Photographie, welche dichtgestellte etwa 0,06 Mm. breite concentrische Kreislinien zeigt. An dem äusseren Umfange ist eine Winkeleintheilung von 10 zu 10 Grad aufgezeichnet. Wird das Täfelchen auf den Schieber des Optometers aufgesteckt und allmählig soweit genähert, bis die Photographie deutlich gesehen wird, so bemerkt der Astigmatiker, dass bei dem Näherrücken des Täfelchens die Kreislinien zuerst nur in einem bestimmten Meridian scharf erscheinen. Es ist dies der Meridian, welcher der schwächsten Krümmung der Hornhaut entspricht. Auf dem Stabe des Optometers ist ohne Weiteres die Refraction dieses Meridians für den Fernpunktsabstand in Dioptrien abzulesen. Der Meridian, in welchem die Kreislinien beim Nähern der Vorlage zuletzt scharf werden, ist derjenige der stärksten Hornhautkrümmung. Die Differenz in dem Stande des Schiebers gegen die frühere Stellung desselben giebt die Grösse des Astigmatismus in Dioptrien an. Es ist so die Bestimmung des Astigmatismus sowohl in Bezug auf den Grad wie auf die Richtung desselben ausserordentlich leicht und einfach. Ich füge hierbei hinzu, dass das Instrument bei dem regelmässigen Astigmatismus, dessen Sitz bekanntlich die Hornhaut ist, noch eine Controle der gefundenen Werthe ermöglicht. Rückt man nämlich den Schieber dem Auge immer näher bis der künstliche Nahepunkt erreicht und überschritten wird, so werden die Kreislinien zuerst in dem Meridian der schwächsten Hornhautkrümmung und zuletzt in dem der stärksten Hornhautkrümmung undeutlich. Die Differenz in der Stellung des Schiebers für diese Momente giebt den Astigmatismus in Dioptrien. Dieser Werth muss dem für den Fernpunktsabstand gefundenen gleich sein, da die Hornhaut sich bei der Akkommodation nicht in ihrer Krümmung ändert, und liefert so die Controle für die Richtigkeit der ersten Messung.

Dass man durch das Instrument unter Zuhilfenahme des Augenspiegels die Messung des Astigmatismus auch objectiv ausführen kann, indem man verschieden gerichtete Netzhautgefässe beobachtet, bedarf keiner Erörterung. Es ist mir aber nicht gelungen, die Messung objectiv so sicher und genau zu machen, wie sie auf subjectivem Wege sich machen lässt. Auch die Schmidt-Rimpler'sche Methode der Messung des Astigmatismus hat mich nicht befriedigt, hauptsächlich wohl in Folge meiner mangelhaften Fertigkeit.

In No. 21 hatte ich die Hoffnung ausgesprochen, dass sich bald Selbstproben von genügender Feinheit herstellen lassen, um mittelst des Optometers die Grenzen des deutlichen Sehens auch bei normaler Sehschärfe genau bestimmen zu können. Nach einigen vergeblichen Versuchen ist dies jetzt auf photographischem Wege gelungen. Meine neue von Paetz & Flohr, sowie von A. Freyschmidt zu beziehende Vorlage, bedarf einer erklärenden Beschreibung. Die auf einem Zinktäfelchen aufgeklebte Photographie von 2 Cm. Höhe und Breite enthält Tüpfelgruppen, welche nach dem Princip meiner internationalen Selbstproben konstruirt und so abgestuft sind, dass sie Normalzählweiten von 10 Cm., 11,1 Cm., 12,5 Cm., 15 Cm., 20 Cm., 25 Cm., 33,3 Cm., 40 Cm., 50 Cm., 80 Cm.

II. Ueber Bestimmung der Sehweite und der Sehschärfe durch Linsen, die sich im Brennpunktsabstande vor dem Auge befinden.

Von

Dr. Max Burchardt,

Oberstabsarzt und Privat-Dozent.

(Schluss der Aufsätze in No. 13 und 21.)

Der Hauptvorteil, den mein aus dem Schmidt-Rimpler'schen Instrument hervorgegangenes Optometer für die Bestimmung der Sehweite eines Auges gewährt, nämlich die Eigenschaft, gleiche Refractions-Inter-

und 100 Cm. entsprechen. Die Grösse der Tüpfeldurchmesser ist gleich dem geringsten Abstände je zweier nächst benachbarter Tüpfel und gleich dem 1600sten Theil der Normal-Zählweite. Die einzelnen Tüpfel werden, wenn sie in der Normal-Zählweite vom Auge entfernt sind, von diesem unter einem Gesichtswinkel von 2,15 Minuten gesehen. Es haben z. B. die Tüpfel der Probe, welche eine Normal-Zählweite von 10 Cm. hat, einen Durchmesser von $\frac{1}{16}$ Mm. Da es nothwendig ist, neben der Refraction (Sehweite) auch die Sehschärfe zu messen, so habe ich auf dem Täfelchen eine verhältnissmässig grosse Zahl von Abstufungen von Sehproben vereinigt. Ich glaube hierdurch erreicht zu haben, dass mein Optometer auch sehr gut für die Sehschärfenbestimmung verworther werden kann.

In Bezug auf diese Bestimmung gilt nun die Regel, dass die Sehschärfe stets gleich ist der Hauptbrennweite der angewendeten Linse dividirt durch die Normal-Zählweite der kleinsten noch entzifferten Sehprobe. Entziffert das Auge, wenn das Optometer mit der gewöhnlichen 10-Cm.-Linse versehen ist, z. B. eben noch die Tüpfelgruppen der Sehprobe No. 15, so beträgt die Sehschärfe $\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ u. s. w. Es ist hierbei vollkommen gleichgültig, über welcher Stelle der Maassstange die in den Schieber eingeklemmte Sehprobe sich befindet, vorausgesetzt, dass sie sich innerhalb der Grenzen befindet, in denen das untersuchte Auge überhaupt deutlich sieht. Man hat also bei der Bestimmung der Sehschärfe mittelst meines Optometers und meiner neuen Sehproben-Vorlage gar nicht nöthig, sich um die Entfernung zu bekümmern, in welcher die Sehprobe sich vom Auge aus gerechnet befindet.

Diese für die Messung der Sehschärfe sehr bequeme Eigenthümlichkeit meines Optometers erschien mir unglaublich, als ich sie entdeckte. Die Zweifel schwanden erst, als ich durch geometrische Construction die Erklärung darin fand, dass bei Anwendung einer in der Brennweite vor dem Auge befindlichen Convexlinse Objecte, die unter sich gleich gross und parallel sind und vor der Linse in gleicher Nähe der durch den Mittelpunkt der Linse verlängerten Achse des Auges liegen, dem Auge unter gleichem Gesichtswinkel erscheinen müssen, gleichgültig ob die Objecte sich in geringerer oder grösserer Entfernung vor der Linse und dem Auge befinden.

Die Richtigkeit dieses Satzes, dessen mathematischen Beweis ich hier nicht ausführen will, lässt sich durch einen höchst einfachen Versuch anschaulich machen. Dieser Versuch ist zweckmässig in folgender Weise anzustellen. Man steckt 2 feine Nadeln parallel zu einander und etwa 1 Cm. von einander entfernt auf ein Holzstäbchen oder einen schmalen Streifen dünner Pappe und befestigt das Stäbchen oder den Streifen auf dem Schieber des Optometers. Wenn man dem Schieber nun eine solche Stellung giebt, dass die Nadeln durch die 10-Cm.-Linse des wie zur subjectiven Bestimmung der Sehweite vor das Auge gehaltenen Optometers deutlich gesehen werden, und zugleich neben dem Glase vorbei ein einige Meter entferntes Fenster oder einen Maassstab betrachtet, so gelingt es bei passender Wahl der Entfernung vom Fenster (oder vom Maassstabe) ohne Mühe, den Apparat so zu halten, dass die Verlängerungen der durch die Linse gesehenen Nadeln sich mit 2 querverlaufenden Rahmenleisten des Fensters oder mit bestimmten Theilpunkten des Maassstabes decken

würden. Man mag nun, während man die eigene Stellung nicht ändert, die Nadeln mittelst des Schiebers (innerhalb des Bezirkes des deutlichen Sehens) vor- oder rückwärts bewegen, immer werden dieselben so gesehen, dass ihre Verlängerungen gleichzeitig dieselben Fensterleisten, resp. dieselben Theilpunkte decken würden. Der Abstand der beiden Nadeln erscheint daher trotz aller Verschiebung unter gleichem Gesichtswinkel. Dasselbe, was von dem Abstände der Nadeln gilt, muss natürlich auch für den gegenseitigen Abstand der Tüpfel einer Sehprobe oder der Theile einer Schrift richtig sein, die mit dem Schieber hin und her bewegt werden. Auch sie erscheinen unter gleichbleibendem Gesichtswinkel. Die Grösse der von ihnen auf der Netzhaut entworfenen Bilder ändert sich daher nicht, wenn die Proben verschoben werden, und es wird folglich eine Sehprobe mittelst meines Optometers in jeder Entfernung innerhalb der Weite des deutlichen Sehens gleichmässig leicht erkannt. Wird z. B. die Sehprobe No. 15 im Fernpunkte entziffert, die No. 12,5 aber nicht, so wird durch ein Heranrücken der Vorlage bis zum Nahepunkt Nichts für die Entzifferung der No. 12,5 gewonnen, während No. 15 stets gleich leicht entzifferbar blieb.

Während man bei jeder anderen Methode der Sehschärfen-Bestimmung jedes Mal die Entfernung messen muss, in der eine Sehprobe eben noch entziffert oder gelesen wird, ist diese Messung bei Anwendung meines Optometers überflüssig. Man hat nur nöthig, mit der Nummer, d. h. der Normal-Zählweite der kleinsten eben noch entzifferbaren Sehprobe in 10 (bei Gebrauch der 10-Dioptrien-Linse) zu dividiren, um die Sehschärfe zu finden.

Da es für die meisten Augen unmöglich ist, die Tüpfel der kleinen Nummern der neuen Vorlage ohne Vergrösserungsglas zu zählen, und da es andererseits für den untersuchenden Arzt nothwendig ist, zu wissen, ob der Untersuchte die Zahl der Tüpfel einer Gruppe richtig oder falsch angiebt, so habe ich die untenstehende Zeichnung, welche der Photographie entspricht, in ihren Feldern mit den Zahlen der gleichgelegenen Tüpfelgruppen versehen lassen. Auf einer darunter stehenden zweiten Zeichnung sind die Normalzählweiten in Ctm. angegeben. Diese Zeichnungen werden von Paetz & Flohr meinem Optometer beigegeben.

Zahl der		6	Tüpfel,	
6	4	5	5 6 4	6 4
	6 4	6 5 5	4 7 5	5 6
	6 6 6	6 4 5	5 5 4	7
	4 5 5	5 6 5	7 5 6	
4	6 5 7	4 6 5	5 5 6	
	5 4	4 5 7	4 5	
	4 6	5 6 5	7 5	
		6 5 5		

		100		
	50	15	25	
80	11,1	10	12,5	80
	40	20	33 1/3	
		100		

Normal-Zählweiten in Centimetern.

Die Kleinheit der neuen Tüpfel-Sehproben ermöglicht es, selbst höhere Grade von Kurzsichtigkeit ($M = 10$ D, einem Fernpunktsabstande von 10 Cm. entsprechend) ohne Gläser direct abzumessen. Wer bei normaler Sehschärfe die Probe 12,5 nicht weiter als in 12,5 Cm. erkennen kann, hat eine Kurzsichtigkeit von 8 Dioptrien u. s. w. Für den Militärarzt werden diese Proben noch besonders dadurch nützlich, dass sie es gestatten, die Frage, ob eine durch Kurzsichtigkeit ($6\frac{2}{3}$ D) bedingte Dienstuntauglichkeit vorhanden ist, ohne Gläser zu entscheiden. Wer nämlich die Probe No. 10 in $5\frac{1}{4}$ resp. 6 Cm. Abstand vom Auge noch entziffert, muss, wenn seine Akkommodationsbreite dem Lebensalter von 20 Jahren entsprechend nicht über 12 bis 10 Dioptrien beträgt, so kurzsichtig sein, dass sein Fernpunkt diesseits von 14 bis 15 Ctm. liegt, und würde also dienstuntauglich sein. Buchstabenproben sind wegen ihrer mindestens dreifach bedeutenderen Grösse für solche Bestimmungen nicht verwendbar.

In neuester Zeit habe ich das Optometer dadurch handlicher und genauer gemacht, dass ich an Stelle des ungleichmässig federnden Bandmaasses eine ausziehbare graduirte Stange gesetzt habe, an deren Ende der Augenspiegel befestigt wird. Für dies kleine Instrument ist eine Linse von 5 Cm. Brennweite zur Verwendung gekommen. Dieselbe befindet sich 5 Cm. von dem Auge des Untersuchten. Die Stange ist in Viertel-Centimeter eingetheilt, deren jeder 1 Dioptrie bedeutet. Für die Untersuchung im umgekehrten Bilde empfehle ich, den zu dem Instrument gehörenden Augenspiegel mit einem Convexglase von 10 resp. 14 Dioptrien zu bewaffnen, wenn der Beobachter Emotrop ist. Ein übersichtiger, resp. kurzsichtiger Beobachter bedarf je nach dem Grade seiner Ametropie stärkere, resp. schwächere Convexgläser.

In der Praxis hat sich mir das Optometer besonders für die Diagnose des Akkommodationskrampfes als sehr hilfreich erwiesen. Es erklärt sich dies daraus, dass mein Optometer gleiche Refraktionsintervalle durch gleiche Längenabschnitte auf der Maassstange zur Anschauung bringt. So wird die Akkommodationsbreite von 14 D, die bei einem 10-jährigen Kinde normal ist, bei Anwendung des 10-Cm.-Glases durch einen Abstand von 14 Cm. zwischen künstlichem Fern- und Nahepunkt dargestellt. Jeder Defect der Akkommodationsbreite macht sich auf der Maassstange des Optometers sofort bemerkbar und beweist, wenn er erheblich ist, Akkommodationskrampf, vorausgesetzt dass Akkommodationslähmung nicht in Frage kommt. Ich vermüthe auf Grund eines allerdings nur kleinen Beobachtungsmaterials, dass bei jugendlichen Individuen unter 18 Jahren noch viel häufiger, als dies bis jetzt geschehen ist, sich Akkommodationskrampf an Stelle einer vermeintlichen Kurzsichtigkeit wird nachweisen lassen. Vielleicht ergibt es sich, dass der Akkommodationskrampf das regelmässige Vorstadium der Kurzsichtigkeit ist, und dass der durch den Krampf bedingten, unaufhörlich Tag und Nacht andauernden Akkommodationsanspannung doch eine grössere Bedeutung für die Entstehung der Kurzsichtigkeit beizumessen ist, als der zwar oft stundenlang unterhaltenen, aber immerhin auch oft unterbrochenen Convergenz der Augenachsen.

Nachtrag. Einen Beweis für die Bedeutung des neuen Optometers glaube ich darin zu finden, dass ein auf denselben Principien beruhendes Instrument gleichzeitig in Frankreich beschrieben und in einzelnen Eigenschaften dort zum Theil früher, als von mir, erörtert ist. Es ist mir dies erst nach dem Abschluss dieses Aufsatzes bekannt geworden. Ich habe heute in der Juni-Nummer des Hirschberg'schen Centralblattes für Augenheilkunde ein Referat über Badal's Optometer gefunden, das mit meinem Instrument das Prinzip gemeinsam hat, „dass der Hauptbrennpunkt der Correctionslinse mit dem Knotenpunkt des untersuchten Auges zusammenfällt, wodurch das Netzhautbild α des Probeobjectes A für alle Lagen desselben unveränderlich bleibt.“ Dies für die Messung der Sehschärfe so hoch wichtige Moment hat Badal also eher als ich erkannt, da sein Aufsatz, der mir leider nicht im Original vorliegt, im ersten Vierteljahr 1877 erschienen ist. Ob er daraus eine für die Praxis bequeme Regel für die Bestimmung der Sehschärfe

abgeleitet hat, weiss ich nicht. Die von ihm gebrauchte Correctionslinse hat nach dem Referat von Hirschberg eine Brennweite von 6,3 Cm. „Die Refraktion des untersuchten Auges ist“ nach Badal „gleich $\frac{f-1}{f^2}$, wenn l der Abstand zwischen Schriftprobe A und Linsen- Centrum; die Verschiebung von A um 1 Mm. entspricht einer Refraktionsdifferenz von 0,25 D.“ Ich bemerke hierzu, dass Badal's allgemeine Formel $\frac{f-1}{f^2}$ und die meinige $\frac{n}{f^2}$ identisch sind, da $n = f - 1$. Die Brennweite f der Linse auf 6,3 Cm. zu normiren, wie dies Badal gethan hat, halte ich nicht für praktisch, da sie für die Bestimmung der Sehschärfe die Rechnung unbequemer gestaltet, als wenn eine Linse von 10 Cm. oder von 5 Cm. Brennweite gewählt wird.

Berlin, den 16. September 1877.