

Über die latente Hypermetropie.

Vortrag,
gehalten in der Berliner Ophthalmologischen Gesellschaft
am 19. Juli 1894.

Von

CL. DU BOIS-REYMOND.

In der meisterhaften Abhandlung von DONDERS über die Hypermetropie findet sich eine kleine Lücke. Wahrscheinlich widerstrebte es dem großen Physiologen, seine Lehre auf irgend etwas anderes als erwiesene Thatsachen zu begründen, und, wie man sehen wird, waren zur Zeit die erforderlichen Beobachtungen noch nicht zur Hand.

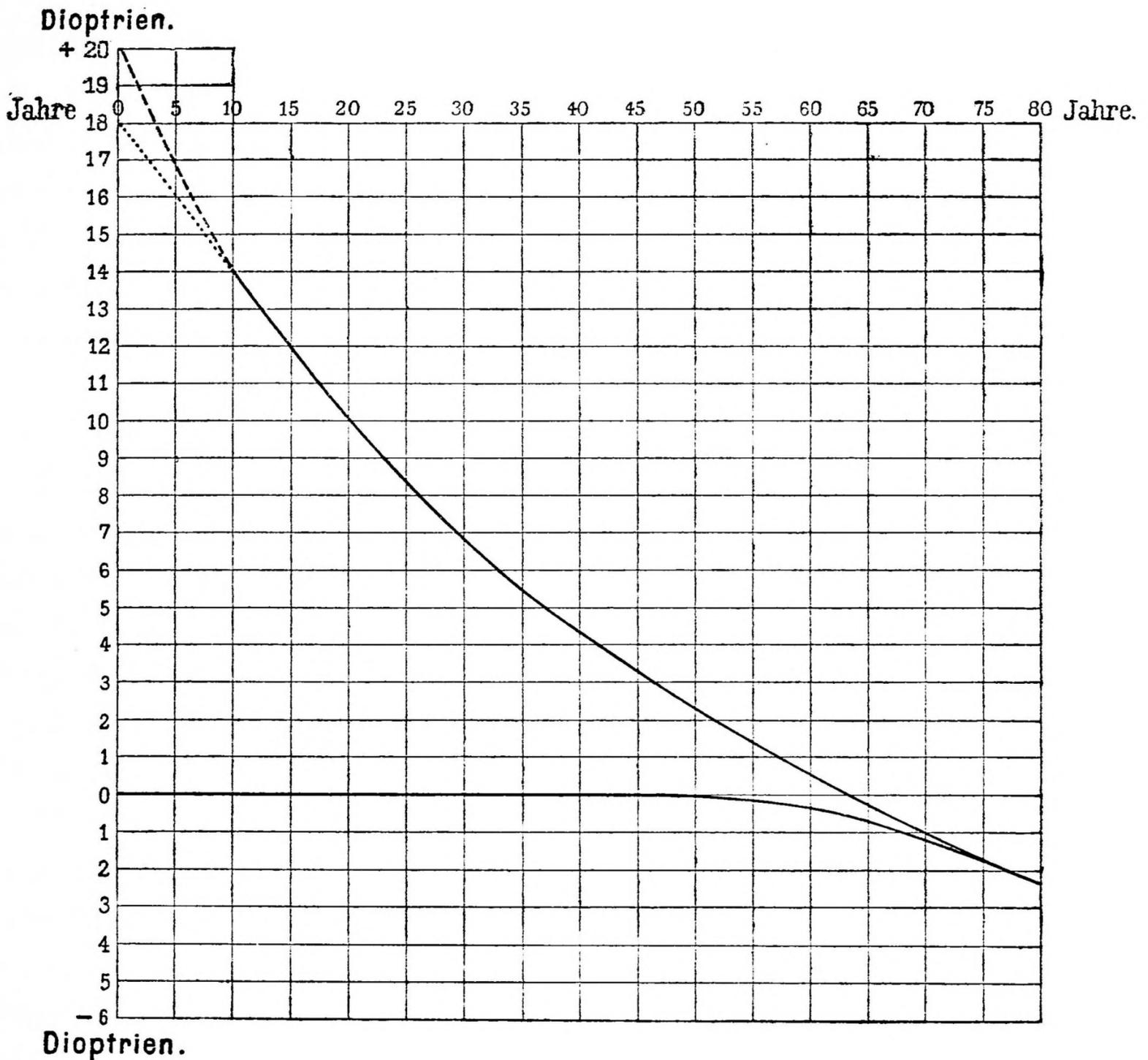
Wenn ein Hypermetrop zum ersten Male in seinem Leben eine Brille aufsetzt, die seinen Fehler vollständig ausgleicht, so beobachtet man eine sehr merkwürdige Erscheinung. Sie ist Ihnen Allen wohlbekannt: Er verhält sich wie ein Kurzsichtiger und vermag den fernsten Teil des ihm neu erschlossenen Akkommodationsbereiches nicht zum scharfen Sehen zweckmässig zu verwenden. Wenn dies an sich vielleicht weniger überraschend wäre, so kommt die eigentümliche Beobachtung hinzu, daß dem mit der Brille Bewaffneten doch wiederum sofort ein ganz bestimmter Teil des neuen Akkommodationsbereiches verwendbar geworden ist, die uns wohlbekannte manifeste Hypermetropie, und ferner, daß die Größe dieses Betrages in gesetzmässiger Weise mit seinem Lebensalter verknüpft gefunden wird. Wir müssen daraus schliessen, daß die fragliche Erscheinung mit einer anderen gesetzmässigen Veränderung zusammenhängt, mit der Altersveränderung der Linse, der Presbyopie. Diese Dinge sind allbekannt, seit sie DONDERS in klassischer Darstellung erläutert hat, und sind in alle Lehrbücher übergegangen. Weder bei DONDERS noch sonst

in den mir gerade zu Gebote stehenden Werken fand ich aber eine eingehendere Erklärung der manifesten Hypermetropie und deren rätselhafter Beziehung zum Lebensalter. Denn in der That, wir stehen hier vor einem physiologischen Rätsel. Ein Auge, das durch fehlerhaften Bau für konvergente Strahlen eingerichtet ist, wird zum allerersten Male von solchen getroffen und erweist sich unfähig, sie zum deutlichen Bilde zu verwenden. Diese Unfähigkeit ist aber wieder beschränkt, und das Auge zeigt sich immer bis zu einer ganz bestimmten Grenze völlig geschickt, sich eine optische Einstellung zu geben, für die es niemals vorher eine Verwendung gehabt hat. Diese letzte Fähigkeit ist in der Physiologie des Auges ohne Beispiel und darf wohl ein Rätsel genannt werden. Mir wenigstens erschien sie lange Zeit in diesem Lichte, bis ich auf die Theorie geführt wurde, die ich Ihnen jetzt darlegen möchte.

Um mich leichter verständlich zu machen, will ich eine neue Benennung einführen, die eine feste, in unserer Betrachtung vorkommende Gröfse bedeuten soll. Man kann annehmen, dafs ein Kind durchschnittlich in der zweiten Hälfte seines ersten Lebensjahres so weit im Sehen geübt ist, dafs es alle möglichen Dinge, auch sehr kleine, mit beiden Augen richtig fixieren gelernt hat. Bei der bekannten engen Verknüpfung zwischen Konvergenz und Akkommodation wird wohl kein aufmerksamer Beobachter bezweifeln, dafs auch die Einübung des Ciliarmuskels zu dieser Zeit vollendet ist. Der unbekante, diesem Zeitpunkte angehörige Betrag der Akkommodation wird sich annähernd ausfindig machen lassen, wenn man die Presbyopiekurve von DONDERS, die er nur bis zum zehnten Lebensjahre wirklich ermittelt hat, hypothetisch bis ins erste Jahr verlängert. Eine gerade Linie ergiebt etwa 18 D., doch ist man zweifellos berechtigt, der Kurve auch in diesem Stücke die schwache Krümmung zu belassen, die ihr ganzer Verlauf zeigt.

Eine solche Zeichnung stellt die umstehende Figur vor. Sie führt auf einen Wert von rund 20 D. Zerlegen wir jetzt die Thätigkeit des Ciliarmuskels ebenfalls in 20 Teile. Für jede der 20 D. wird der Muskel um ein gewisses Mafs seinen Zug verstärken müssen. Man könnte sich geradezu vorstellen, dafs an Stelle des Muskels eine Wagschale hänge, auf die man von D. zu D.

immer mehr Gewicht auflegte. Diesen Impulsen, deren also jeder in der ersten Kindheit einer D. entspricht, gebe ich der Kürze wegen die Bezeichnung Entonien (*έντονια*, die Spannung, z. B. des Bogens). Eine Entonie ist also eine kleine Krafteinheit, ohne jede optische Nebenbedeutung. Die gesamte Leistung des Ciliarmuskels beträgt zur Zeit, wo das Kind eben sehen gelernt hat, 20 Entonien, die ebensoviele D. hervorbringen.



Die weiteren Schlussfolgerungen erfordern, was auch an sich wahrscheinlich ist, daß gleichen Akkommodationsbeträgen wenigstens annähernd gleiche Muskelarbeiten entsprechen, oder in der von uns gewählten Bezeichnungsweise, daß alle Entonien ungefähr untereinander gleich sind. Das ist unsere erste Voraussetzung. Da der Ciliarmuskel gegen elastische Kräfte und in sehr geringer Hubhöhe arbeitet, hat diese Annahme jedenfalls an sich keine Bedenken.

Betrachten wir nun als Beispiel ein hypermetropisches Kind von +5 D. Zu jener Zeit, wo der Gebrauch der

Akkommodation eben erst eingeübt ist, muß sich der folgende Zustand herausgebildet haben. Mit parallelen Blicklinien verbindet es unabänderlich eine Akkommodation von 5 D., von dort bis zum Nahepunkt, der in (20—5) D. liegt, ist der Muskel für alle Konvergenzen mit der erforderlichen Schärfe eingeübt worden; aber die 5 D., die jenseits ∞ liegen, wurden nie gebraucht, und demnach blieben auch die 5 ersten Entonien der ganzen Reihe völlig ungeübt. Die ganze Hypermetropie ist latent. Sowie das Kind die Augen öffnet, um zu sehen, ist das erste, daß es diese 5 Entonien überspringt, um dann erst in seinen nutzbaren Akkommodationsbereich einzutreten. An diesem Grade der Spannung bildet sich nun gleichsam ein praktischer Fernpunkt aus. Nur beim Starren, in müßigen Augenblicken, wo auch Divergenz eintritt, wird der Ciliarmuskel den Abschnitt dieser 5 Entonien bis zur Ruhelage gelegentlich durchlaufen. Mit zunehmendem Alter wirkt nun die Presbyopie ein. Es ist festgestellt, daß so früh, als man überhaupt prüfen kann, schon die Akkommodationsbreite abnimmt, und zugleich ist bekannt, daß in gleichem Maße und mit derselben Regelmäßigkeit die Kernbildung fortschreitet, die ganze Linse an Starrheit gewinnt. Es ist aber nicht nachgewiesen, daß der gesunde Ciliarmuskel an Kraft einbüßt, und man darf wohl sagen: es wäre schwer begreiflich, wenn ein so wichtiger Muskel schon in der Kindheit ohne jeden ersichtlichen Grund sich zurückbilden sollte. Ich hoffe aber, durch das Folgende Sie zu überzeugen, daß die Presbyopie einzig und allein aus der verminderten Schnelkraft der Linse und nicht aus einer Schwächung des Ciliarmuskels zu erklären ist. Jedenfalls entspricht das auch vollkommen der subjektiven Empfindung. Von der Formänderung der Linse bemerken wir unmittelbar gar nichts. Wir fühlen nur deutlich die Muskelanstrengung und beobachten ein entsprechendes Heranrücken des Fixierpunktes. Das gilt für den alten wie für den jungen Menschen; der Unterschied liegt nicht in der verwendeten Kraft, sondern in der dadurch erreichten Leistung. Im Altern verspüren wir nicht eine vermehrte Anstrengung, sondern nur den verminderten Erfolg. Doch ist dies, wie gesagt, nicht streng bewiesen, und ich verlasse hier zum zweiten Male den Boden der Thatsachen, indem ich es voraussetze. Mit dieser Annahme und der oben bereits erwähnten wird aber mit einem Schlage das eigentümliche Ver-

halten der Hypermetropie aufgeklärt, und auch die weiteren Folgerungen der Theorie stimmen genau mit der Wirklichkeit überein. Die Theorie lautet: Jener praktische Fernpunkt, entsprechend der latenten Hypermetropie des ersten Lebensjahres, bleibt für die Muskelthätigkeit, d. h. in Entonien gemessen, durch das ganze Leben bestehen und bildet die Grenze zwischen Hm und Hl , vorausgesetzt dafs keine Brille gebraucht wird und dafs die Refraktion sich nicht ändert.

Lassen wir z. B. unseren Hypermetropen sein zwanzigstes Lebensjahr erreicht haben. Er verfügt dann noch über eine Akkommodationsbreite von im ganzen 10 D. Die Arbeitsleistung des Ciliarmuskels hat sich nicht verändert; sie beträgt, wie früher, 20 Entonien. Von einer kleinen Steigerung, wie sie bei Hypermetropie wahrscheinlich durch die fortgesetzte Übung erreicht wird, wollen wir absehen. Da jetzt 10 D. auf 20 Entonien nach unserer Annahme gleichmäfsig zu verteilen sind, entfällt auf jede Entonie nicht mehr 1 D., sondern nur noch $\frac{1}{2}$ D. Versuchen wir, aus der Theorie für dieses Lebensalter

das Verhältniß der latenten Hypermetropie zur totalen, $\frac{Hl}{Ht}$ zu berechnen. Unser Beispiel, der zwanzigjährige Hypermetrop von 5 D., hatte zu der Zeit, wo er sehen lernte, über die ersten 5 Entonien nicht zu gebieten gelernt. Die übrigen 15 Entonien sind eingeübt und durch längeren Gebrauch hinreichend geschult. Wird jetzt durch das Konvexglas seine ganze Akkommodationsbreite in den wirklichen Raum verlegt, so macht sich dieser Zustand geltend. In den ersten 5 Entonien, die er niemals früher zu brauchen Gelegenheit hatte, vermag er sich nicht sicher zu bewegen und kann damit zunächst kein Bild festhalten. Das ist seine latente Hypermetropie. Von der 6. an bis zur 20. beherrscht er die Muskelspannungen mit Sicherheit, und es kommt ihm hierbei sogar die Übung im ersten Lebensjahre wieder zu statten, obwohl die 5 zunächst folgenden Entonien auch schon seit jener Zeit eine nach der anderen in Nichtgebrauch verfallen waren, nämlich die der manifesten Hypermetropie zugehörigen. Welchem Akkommodationsbetrag entsprechen nun aber jene 5 nicht verwendbaren Entonien bei dem Zwanzigjährigen? Der Akkommodationsbetrag einer jeden ist auf 0,5 D. zurückgegangen, mithin leisten

5 Entonien jetzt nur noch 2,5 D., und so groß wird also, wie man sonst es auszudrücken pflegt, die latente Hypermetropie sein, d. h. gleich der Hälfte der totalen.

Suchen wir einen allgemeinen Ausdruck für das an dem Einzelbeispiel Dargelegte, so ergibt sich die einfache Proportion $Hl : Ht = A : 20$, wenn wir unter A die Akkommodation des jedesmaligen Lebensalters verstehen. In Worten ausgedrückt: der Hypermetrop jeden Alters, das noch eine nennenswerte Akkommodation besitzt, entspannt stets, wenn ihm ein genügend starkes Konvexglas geboten wird, soweit er es überhaupt kann, seine Akkommodation, also alle Entonien bis auf jene ersten, die in der Kindheit seinem Sehen eine Grenze setzten. Das ist für ihn, der nur nach dem Muskelgefühl, also nach Entonien urteilt, der fernste Punkt. In D. ausgedrückt, bedeuten diese aber zu jeder Lebenszeit um so viel weniger, als der Betrag von A gegen den ursprünglichen von 20 D. inzwischen zurückgegangen ist. Darum nimmt die latente Hypermetropie ab.

Ich habe nun den Beweis zu führen, daß diese Theorie mit den beobachteten Thatsachen übereinstimmt. Seit dem Jahre 1883 (*Centralbl. f. Augenheilkde.* Juli-Augustheft) sind wir durch eine Arbeit von HIRSCHBERG und DANIEL über das erfahrungsmäßig bestehende Verhältnis $\frac{Hm}{Ht}$ unterrichtet. Aus einer großen Reihe sorgfältig ausgewählter und beobachteter Fälle stellen die Verfasser eine Tabelle auf, die wir für Hl und in Decimalbrüche umgerechnet wiedergeben:

Vom 6. bis 15. Lebensjahre	meist	$Hl = 0,66$	der ganzen	H
„ 16. „ 25.	„	„	$Hl = 0,5$	„ „ H
„ 26. „ 35.	„	„	$Hl = 0,4$ bis $0,25$	(Mittel = $0,325$)
„ 36. „ 45.	„	„	$Hl = 0$	
Darüber			stets	$Hl = 0.$

Nach unserer oben gefundenen Proportion $Hl : Ht = A : 20$ würde die Tabelle lauten:

Im 10. Lebensjahre	ist	$Hl = 0,7$	der ganzen	H
„ 20.	„	„	$Hl = 0,5$	„ „ H
„ 30.	„	„	$Hl = 0,35$	„ „ H
„ 40.	„	„	$Hl = 0,22$	„ „ H
„ 50.	„	„	$Hl = 0,12$	„ „ H

Wie man sieht, sind die Abweichungen unbedeutend. Wenn man bedenkt, daß die Ziffern von HIRSCHBERG und DANIEL mit dem Augenspiegel und ohne Atropin gewonnen sind, daß die Refraktion aus praktischen Brillenbestimmungen später herausgesucht ist, endlich, daß auch wir rein schematisch gerechnet und bekannte Fehlerquellen vernachlässigt haben, so kann man zum mindesten die Übereinstimmung der drei ersten Ziffern als ganz befriedigend betrachten. Man könnte sich aber daran stoßen, daß die Theorie auch im 40. und sogar im 50. Jahre noch einen kleinen Betrag latenter Hypermetropie erfordert, während die erste Tabelle dort „meist“ und „stets“ 0 anführt. Darauf ist aber zu erwidern, daß ein so kleiner Betrag bei solcher Art der Untersuchung eben meist unentdeckt bleiben muß. Umgekehrt beweist es, wie mir scheint, die besondere Sorgfalt und Sicherheit der HIRSCHBERG-DANIELSchen Untersuchung, daß sie in der 4. und 5. Dekade einige Male doch wirklich diese kleine *Hl* nachweisen konnten. Übrigens liegt es mir fern, zu behaupten, daß die Theorie ausnahmslos zutreffen muß. Es lassen sich viele Ursachen denken, die häufig gegen das 40. und 50. Lebensjahr hin wirklich den Rest von *Hl* verschwinden lassen könnten. Bei jeder mäßigen Amblyopie z. B. wird er stets, wenn er nicht groß ist, verschwinden müssen. Genug, daß die Unterschiede des theoretischen und praktischen Befundes innerhalb der Schwankungen liegen, die, wie jedem Praktiker bekannt ist, von Fall zu Fall solchen Bestimmungen unvermeidlich anhaften, daß also die Thatsachen diese einfache und einleuchtende Lösung zulassen.

Um so mehr überraschte es mich, als ich die Entdeckung machte, daß diese ganze Erklärungsweise nicht mehr neu ist. DE SCHRÖDER in Paris, chef de clinique bei LANDOLT, hat sie schon vor 12 Jahren (1882) in einer kleinen Arbeit: „Über das Wesen der manifesten und latenten Hypermetropie“ (*Arch. d'Ophth. de Panas, Landolt, Poncet*, II. p. 289—307) im wesentlichen richtig entwickelt. Ihm gebührt ohne Zweifel das Verdienst der ersten Entdeckung. Erst nachdem ich durch eigenes Nachdenken auch auf die Theorie gekommen war und die Proportion mit einem kurzen Entwurfe dieser Arbeit niedergeschrieben hatte, stieß ich auf eine vorher übersehene, für den mit dem Gegenstand Unbekannten auch nicht verständliche Stelle der HIRSCHBERG-DANIELSchen Arbeit, wo die Formel

DE SCHRÖDERS kurz erwähnt wird. Das Urteil lautet: „Die genannte Formel scheint willkürlich und nicht ganz richtig zu sein.“ Ich habe es absichtlich unterlassen, die Arbeit DESCHRÖDERS zu lesen, bis ich die obige Ausarbeitung der Theorie niedergeschrieben hatte. Dann erst verglich ich seine Entwicklung mit meiner und muß mich allerdings teilweise dem Urteile meines verehrten Lehrers anschließen. DESCHRÖDER geht, was sicher unrichtig ist, von einer höchsten Akkommodationsbreite = 14 D. aus, offenbar deshalb, weil zufällig die Bestimmungen DONDERSS nur bis zum 10. Lebensjahre zurückgehen und mit 14 D. anfangen. Das Beobachtungsmaterial ist zu klein und die Berechnungen sind wohl nicht fehlerlos. Aber, was mir die Hauptsache zu sein scheint, die zu Grunde gelegte Idee und das daraus abgeleitete Gesetz stimmen genau mit dem Ihnen hier dargelegten überein, wenn auch die gewählte Ausdrucksweise und die Ziffernwerte etwas anders ausgefallen sind. Vielleicht erblicken Sie darin mit mir eine weitere Bestätigung des Gesagten.

Indessen lassen sich aus der Erfahrung auch noch einige Punkte beibringen, die dem Gesetze zur Stütze dienen. Nur so wird die manifeste Hypermetropie bei einem, der nie eine Brille gebrauchte, überhaupt verständlich. Wer sie anders erklären wollte, müßte doch annehmen, daß jeder Hypermetrop mit zunehmendem Alter sich allmählich daran gewöhnte, mit Zerstreuungskreisen, d. h. mit ungenauer Akkommodation, zu arbeiten und so diese Übung sich aneignete. Es ist uns allen bekannt, daß das thatsächlich in einzelnen Fällen der höchsten Hypermetropie beobachtet wird. Aber die Regel ist es nicht. Vielmehr wissen wir, daß alle gewöhnlichen Hypermetropen bis zum äußersten an der scharfen Akkommodation festhalten, daß sie mit überangestrenzter Akkommodation arbeiten, bis die Asthenopie ihnen das unmöglich macht. Die Asthenopie tritt auch nicht als eine langsam zunehmende Undeutlichkeit auf, sondern als eine plötzliche Sehstörung, während bis zuletzt deutlich gesehen wurde. Sehr richtig bemerkt auch DESCHRÖDER, daß die manifeste Hypermetropie jugendlicher Hypermetropen geringen Grades ganz unerklärlich wäre, wenn man seine Theorie ablehnt. Obwohl es solchen ein Leichtes ist, ihre ganze H und noch weit mehr zu überwinden, findet sich, wenn man genau prüft, auch bei ihnen der kleine Betrag der Hm immer dem

Gesetz entsprechend. Ebensowenig versteht man, warum der Hypermetrop mit der Brille, wenn er doch für einen Teil seiner Akkommodation die Fähigkeit zu entspannen besitzt, für den Rest zuerst eine so völlige Unfähigkeit zeigt und doch wieder nach kurzem Gebrauche der Brille auch diesen beherrschen lernt. DE SCHRÖDER hat übrigens auch Einäugige geprüft, um dem Einwande zu begegnen, daß die Konvergenz einen Einfluß besäße, und endlich hat er auch an Fällen krankhafter Lähmung und an Atropinisierten die Gültigkeit unseres Gesetzes nachgewiesen. Auch diese haben einen Rest von Hl , der proportional dem Verhältnis $\frac{A}{20}$ (nach seiner Rechnung $\frac{A}{14}$) vermindert ist. Denn sie bemessen natürlich ihre Ciliarmuskelspannung nach der Innervation, nach dem zentralen Willensimpuls, den sie abgeben. Dessen Entonienwert ist aber jetzt durch die Lähmung herabgedrückt; Lähmung und Altersstufe vermindern zusammen den optischen Wert der Hl , und zwar ebenfalls in dem Verhältnis des gerade noch vorhandenen A zu 20.

Ich hoffe, Sie werden mir zugeben, daß unser Gesetz der latenten Hypermetropie am besten alle beobachteten That-sachen verständlich macht und wohl verdient, in der Lehre von der Hypermetropie einen Platz zu finden. Zum Schluß möchte ich noch seine praktische Brauchbarkeit in Schutz nehmen. HIRSCHBERG und DANIEL erklären die Formel für „zu kompliziert, als daß sie für die Praxis irgendwelchen Wert haben könnte“. Man kommt zuweilen in die Lage, die Hm theoretisch bestimmen zu müssen, meist bei Kindern. Ich pflege, nach HIRSCHBERGS Vorgang, bei solchen stets die Hm durch eine Brille auszugleichen, weil diese Brillen die unangenehmen Übergangsstörungen, beim Aufsetzen und Ablegen der Gläser, am wenigsten hervorrufen. Bei ängstlichen oder dummen Individuen läßt sich wohl Ht genau genug mit dem Spiegel messen, aber die Gläserprobe ergiebt eine ungewisse Größe. Nach dem Gesetz berechnet man Hm folgendermaßen: Die Formel heißt $\frac{Hl}{Ht} = \frac{A}{20}$. Man sucht in der Tafel der A -Breiten nach DONDERS (von NAGEL in Dioptrien übertragen) die A -Breite des Alters auf und zieht sie von 20 ab, so ist der Rest, durch 20 dividiert, derjenige Bruchteil von Ht , den

man ungefähr auszugleichen hat. Dafs man die *A*-Breiten dazu braucht, ist wohl kein Nachteil, denn sie müssen ohnehin jedem zu Hand sein, der in genauer und zweckmäfsiger Weise Brillen bestimmen will. Die kleine Bruchberechnung kann man aber, wie ich wohl kaum hinzusetzen brauche, den Zahlen gemäfs abrunden, und zwar am besten, indem man die *Hm* etwas zu hoch berechnet, weil sie doch nach kurzem Brillentragen zunehmen wird.
