

(Aus der physikalischen Abteilung des physiologischen Instituts
der Universität zu Berlin.)

Über das Sehen durch Schleier.

Von

CHR. LADD-FRANKLIN und Dr. A. GUTTMANN.
(Baltimore) (Berlin)

(Mit 6 Kurven.)

Bei gewissen Augenerkrankungen klagt der Patient dem Arzte, er sähe „alles wie durch einen Schleier.“ Er will damit sagen, daß er undeutlicher als gewöhnlich sieht und speziell den Eindruck hat, als ob sich zwischen seine Augen und die betrachteten Gegenstände etwas Störendes, teilweise Verdunkelndes einschöbe.

Wenn hiermit auf der einen Seite der Schleier als ein Hemmnis für das deutliche Sehen hingestellt wird, so scheint andererseits die Tatsache in einem gewissen Widerspruch damit zu stehen, daß die Damen doch sehr häufig Schleier tragen und sich durch dieselben beim Sehen nicht merklich beeinträchtigt fühlen. Wenn auch nicht zu leugnen ist, daß die schleiertragenden Damen eine geringe Sehstörung durch den Schleier wohl ertragen würden, um dafür gewisse andere Vorteile des Schleiers ausnutzen zu können, so ist es immerhin zweifelhaft, ob die Sitte des Schleiertragens sich andauernd halten würde, wenn der Schleier das Sehen erheblich störte. In der Tat konstatiert man leicht, daß ein Schleier, der unmittelbar vor dem Auge sich befindet, das Sehen sehr wenig beeinträchtigt, vorausgesetzt, daß der Schleier dünn und von gleichmäßsigem Bau, d. h. ungemustert, ist.

Die Sache läßt sich aber auch von der anderen Seite betrachten. Unter den Gründen, die die Damen zum Schleiertragen veranlassen, ist häufig einer der wichtigsten der, daß der Schleier vor dem Gesicht dieses für einen anderen Beschauer undeutlicher macht, daß er Unreinheiten des Teints verdeckt, ja sogar die Gesichtszüge weniger kenntlich macht. Daraus entnehmen wir, daß ein Schleiergewebe, das sich dem betrachteten Objekt näher befindet, als dem Auge des Beobachters, die Genauigkeit des Sehens wesentlich stärker beeinträchtigt, als in jenem ersten Falle. Von dieser Tatsache wird auch ein anderer sehr bekannter Gebrauch gemacht: die Verschleierung von Vorgängen auf der Bühne und die Verschleierung gewisser feinsten Details bei der Darbietung lebender Bilder.

Davon daß die Stellung eines Schleiers zwischen beobachtendem Auge und beobachtetem Objekt, bzw. seine Abstände vom Auge und Objekt für das Maß der bewirkten Sehstörung von entscheidendem Einflusse ist, überzeugt man sich leicht auch im systematischen Experiment. Hierbei ergibt sich auch alsbald die bemerkenswerte Tatsache, daß eine mittlere Stellung des Schleiers, bei der also der Schleier weder dem Auge noch dem Objekt ganz nahe ist, am stärksten die Deutlichkeit des Sehens stört.

Das läßt sich wohl verstehen: Befindet sich ein Schleier nahe von dem Auge, das auf ein fernes Objekt akkommodiert ist, so müssen sich die einzelnen Punkte des Schleiergewebes in großen Zerstreuungskreisen auf der Netzhaut abbilden. Die Zerstreuungsbilder der einzelnen Fäden müssen sich untereinander berühren, oder auch teilweise überdecken. Man wird also von den Fäden selbst nichts sehen, sondern es wird einfach eine mehr oder weniger gleichmäßige Verdunklung des Gesichtsfeldes resultieren, der Schleier wird nicht anders wirken, wie ein bestimmtes graues durchsichtiges Glas.

Andererseits, wenn der Schleier nahe vor einem beobachteten Objekt sich befindet, und mit diesem zusammen vom Auge mehr oder weniger weit entfernt ist, werden die Bedingungen wesentlich andere sein: ist die Entfernung nur so groß, daß die einzelnen Schleierfäden noch als solche sichtbar sind, so werden sie in merklicher Weise einzelne Konturen der dahinter befindlichen Gegenstände verdecken. Das wird umso auffallender sein, je mehr subtile Einzelheiten das Bild jener dahinter befindlichen

Gegenstände darbietet. Dieser Fall ist z. B. verwirklicht, wenn wir ein vor uns befindliches verschleiertes Gesicht betrachten.¹

Ist die Entfernung zwischen Beobachter und Schleier schon so groß, daß die einzelnen Schleierfäden nicht mehr unterschieden werden können, so wird die oben erwähnte Konturenverdeckung sich zwar ebenfalls noch geltend machen; es wird aber noch ein anderes Moment mitspielen, und zwar ein verschiedenes, je nachdem es sich um einen schwarzen oder einen weißen, beleuchteten Schleier handelt: der schwarze Schleier wird das Bild im ganzen einfach verdunkeln, ähnlich wie der Schleier vor dem Auge des Beobachters; es fließen wiederum die Bilder der einzelne Fäden ineinander. Der weiße beleuchtete Schleier, wie er auf dem Theater zur Darstellung des Nebels dient, wird über das gesamte sichtbare Bild ein gleichmäßiges Licht ausgießen, das dessen Feinheiten, die Unterschiede zwischen hell und dunkel verwischen wird, gerade so wie das Bild auf der Mattscheibe der photographischen Kamera undeutlich wird, wenn auf die Platte außer den regulär durch das Objektiv gebrochenen Strahlen diffuses Licht fällt.

Diese Faktoren wirken also, wie gesagt, mit dem erwähnten Faktor der Konturenverdeckung zusammen, um das Bild undeutlich zu machen.

Verhältnismäßig am kompliziertesten aber liegen die Dinge in folgendem Falle: das Auge ist auf einen fernen Gegenstand gerichtet und für diesen akkommodiert; vor demselben aber befindet sich ein Schleier, dessen Maschen zwar in Zerstreuungsbildern, aber doch deutlich voneinander unterscheidbar sich auf der Netzhaut abbilden. Nehmen wir den Schleier als schwarz an, so wird das Bild jedes Fadens auf der Netzhaut die Eigenschaften eines verschwommenen Schattens zeigen: einen zentralen Kernschatten, umgeben von blässeren Randstreifen (Halbschatten). Die einzelnen Punkte des fernen Objektes nun können entweder 1. durch die Lücken zwischen je zwei Fäden hindurch vollkommen frei und ungehindert gesehen werden, oder 2. ihr Bild fällt in den Halbschatten, oder endlich 3. ihr Bild würde in den Kernschatten fallen, d. h. ist vollständig unsichtbar. Hieraus ergibt sich also eine ungleichmäßige Konturenverdeckung,

¹ Hier kommt noch die beschattende Wirkung des Schleiers auf das beobachtete Objekt hinzu.

die je nach der Dicke der Schleierfäden, bezw. dem Gesichtswinkel, unter dem der einzelne Faden erscheint, sich auf verschieden große Partien des Gesichtsfeldes erstrecken muß. Kleine ferne Objekte werden bald durch den einzelnen Schleierfaden völlig verdeckt sein, bald durch eine Masche hindurch frei sichtbar sein.¹ Verschiebung des beobachteten Objektes, des Auges oder des Schleiers in seitlicher Richtung muß also einen Wechsel in der Deutlichkeit der einzelnen Objektpartien bedingen.

Schon von vorneherein läßt sich vermuten, daß es bei Beobachtungen der letztbeschriebenen Art nicht ganz leicht sein muß, die Akkommodation stets fest auf das ferne Objekt einzustellen. Sowie dieses durch den vorgesetzten Schleier undeutlich gemacht wird, muß sich eine Unsicherheit in der akkommodativen Einstellung geltend machen. Dazu können Schwankungen der Aufmerksamkeit zwischen dem fernen Objekt und dem nahe gelegenen Schleiergewebe treten, die ebenfalls die Versuche komplizieren.

Systematisch messende Versuche von anderer Seite über die Beeinträchtigung des Sehens durch Schleier und ähnliche zwischen Auge und Objekt angebrachte diskontinuierliche Hindernisse sind uns nicht bekannt. Wir unternahmen es daher auf Anregung des Herrn Professor NAGEL gern, eine derartige Versuchsreihe anzustellen, wobei uns die sehr dankenswerte Mitwirkung einer Anzahl Herren zur Seite stand, die in der physikalischen Abteilung des physiologischen Instituts zu Berlin arbeiteten. Für die Bereitwilligkeit, mit der sie sich uns für unsere Beobachtungen als Versuchspersonen zur Verfügung stellten, sei ihnen an dieser Stelle bestens gedankt.

Außer äußeren Gründen mußten wir unsere gemeinsamen Untersuchungen in einem Stadium abbrechen, in welchem noch mancherlei interessante Fragen der Entscheidung harrten. Ihre experimentelle Bearbeitung muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Wir teilen im folgenden das bisher erreichte mit, ohne zu verkennen, daß unsere Versuchsreihen noch in mehr als einer Hinsicht lückenhaft sind.

¹ Von Beugungserscheinungen, die unter diesen Umständen auftreten müssen, sehen wir ab, da sie an Bedeutung hinter den anderen angeführten Momenten zurücktreten.

Unsere Versuchsanordnung war folgende: In einem ca. 14 m langen, schwarzwandigen Kellerraum des physiologischen Universitätsinstituts wurden in 10 m Entfernung vom Beobachter die Sehproben aufgehängt. Als solche dienten die bekannten PFLÜGERSchen Optotypen, Winkelhaken von verschiedener Größe, die sämtlich die Form eines E hatten. Wir benutzten 20 verschiedene Größen, die auf 10 m Entfernung berechnet, einer Sehleistung von 0,1—3 entsprachen.¹

Diese Zeichen waren auf weissen Pappquadraten aufgeklebt, die mittels einer einfachen Vorrichtung so aufgehängt werden konnten, daß die offene Seite des E-förmigen Hakens nach rechts oder links, oben oder unten wies. Die Beleuchtung der auf weissem, mattem Grund aufgehängten Pappdeckel war stets gleichmässig; sie erfolgte durch eine grössere Anzahl gleichmässig verteilter Glühlampen, welche in einem quadratischen, die zu beleuchtende Fläche einschliessenden Hohlrahmen derartig verteilt waren, daß sie dem Auge des Beobachters unsichtbar blieben. Es fiel also nur das von der Objekttafel reflektierte Licht ins Auge. Um die Verhältnisse möglichst einfach zu gestalten, liessen wir die Versuchspersonen stets mit nur einem Auge beobachten. Zu diesem Zweck mußten sie ein Brillengestell tragen, dessen eine Seite eine undurchsichtige Scheibe trug, auf der anderen Seite wurde ein Diaphragma angebracht, dessen kreisrunde Öffnung 5 mm Durchmesser hatte und dahinter eventuell ein, die Ametropie korrigierendes Brillenglas. Das Diaphragma hatte den Zweck, den störenden Einfluß wechselnder Pupillenweite auszuschalten.

Es stellte sich bald heraus, daß die Resultate verschieden ausfielen, je nachdem der Kopf während der Beobachtung frei oder durch Gebißhalter fixiert war. Bei Beobachtung mit frei beweglichem Kopfe erwies sich im allgemeinen die Sehstörung durch den Schleier als wesentlich geringer; außerdem waren die Ergebnisse weniger konstant. Wir verzichteten daher bald auf eingehendere Untersuchungen nach dieser Methode und stellten den Kopf für jede einzelne Beobachtung durch Einbeißen in ein Beißbrettchen fest.

Wir verwendeten bei unseren Versuchen vier verschiedene

¹ Einige Zwischengrößen, deren wir für unsere Untersuchungen bedurften, haben wir durch Zeichnung selbst hergestellt.

Sorten schleierartiger Gewebe, deren Eigenschaften aus den folgenden Tabellen ersichtlich sind:

Nummer des Schleiers	Material des Schleiers	Fadendicke in mm	Maschenweite in qmm	Bemerkungen
I.	Gaze (Damenschleier)	0,13	0,57	Sehr unregelmäßiges Gewebe. Zwischen den einzelnen Fäden manchmal noch feinere Fäden von 0,02 mm Dicke.
II.	Eisendraht	0,3	1,0	
III.	Messingdraht	0,16	0,27	Sehr regelmäßiges Gewebe.
IV.	Messingdraht	0,7	4,0	

Die einzelnen Versuche wurden in der Weise ausgeführt, daß zunächst der Experimentator die Sehschärfe der mit der oben beschriebenen Brille versehenen Versuchsperson feststellte. Dann wurde der auf einen quadratischen Holzrahmen faltenlos gespannte Schleier dicht vor dem Auge des Beobachters durch ein Stativ fixiert, die Versuchsperson bis sich nun an einem in richtiger Höhe fixierten Beißbrett fest und gab dann durch eine verabredete Klopfsignalsprache ihr Urteil über die Stellung der Sehprobe ab, ehe sie die Zähne vom Beißbrett entfernte. Dann wechselte der Experimentator die Richtung des E und die Versuchsperson, die das Umhängen nicht beobachten konnte, bis sich unterdessen an einer anderen Stelle ihres Beißbrettes fest, um nun von neuem zu beobachten, bis sie ihr Urteil abgeben konnte. Dies wurde für jede Entfernung mindestens zehnmal wiederholt. Durch den fortwährenden Positionswechsel von Objekttafel und Kopf wurde verhindert, daß etwa stets eine und dieselbe Stelle des Schleiers zur Deckung mit dem Objekt gebracht wurde und somit eine etwaige Fehlerquelle ausgeschaltet.

Kamen auf 10 Versuche nicht mindestens 7 richtige Antworten, so wurde der nächstgrößere Haken aufgehängt und der Versuch von neuem begonnen. Den Spielraum von 3 falschen Angaben auf 10 mußten wir gewähren, weil, wie sich im Laufe der Untersuchungen herausstellte, unberechenbare, kleine Zufälligkeiten die Versuchspersonen gelegentlich täuschten. So kam es manchmal vor, daß die Konturen des Hakens dieselbe schein-

bare Gröfse hatten, wie 3 Seiten eines oder mehrerer Maschenquadrate. Deckten sie sich dann zufälligerweise mit den Linien dieses Quadrates, so war ein Urteil über die Stellung des Hakens absolut unmöglich. Die geringste Verschiebung des den Haken tragenden Pappquadrates genügte dann, um ein promptes, richtiges Urteil zu ermöglichen. Auch gelegentliche Schwankungen der Aufmerksamkeit und andere Fehlerquellen psychischer Art, wie sie bei derartig ermüdenden Versuchen häufig vorkommen, verlangen Berücksichtigung. Die Zahl von 10 Einzelversuchen bei der betreffenden Stellung des Schleiers war das Minimum; sowie sich die geringste Unklarheit herausstellte, wurden erheblich mehr Versuche angestellt, bis sich ein klares Resultat ergab.

Bei der Stellung des Schleiers dicht vor dem Auge sind, wie erwähnt, die Zerstreuungsbilder der Schleierfäden so diffus, daß sie nichts anderes als eine geringe Verdunkelung des Gesichtsfeldes bewirken. Diese erweist sich als einflußlos für die zu erzielende Sehleistung, genauer genommen, sie blieb unterhalb desjenigen Mafses an beeinträchtigender Wirkung, das wir mit unseren Verfahren nachzuweisen imstande waren.

Wir begannen daher, nachdem dies sich in einer vorläufigen Versuchsreihe bestimmt ergeben hatte, unsere weiteren Versuche stets erst mit einem Abstand von 10 cm zwischen Schleier und Auge. Nach Feststellung der Sehleistung bei dieser Entfernung wurde der Schleier um 10 cm auf das Objekt zu weitergerückt und die Sehleistung wiederum bestimmt und so fort immer um 10 cm weiter bis zu 1 m Entfernung vom Auge. Von dort an meist in den Etappen 1,20 m, 1,50 m, 3 m und schließlic 10 m, d. h. dicht vor dem Objekt. Das sprungweise Vorgehen in dieser Gegend rechtfertigt sich aus der von dort an ziemlich gleichmäßigen Störung der Sehleistung. (Vgl. die Tabellen und Kurven, die der Einfachheit wegen nur bis 3 m notiert sind.) Bevor wir zu dieser kursorischen Behandlung der betr. Strecke übergangen, hatten wir selbstverständlich durch eine große Reihe von Einzelversuchen festgestellt, daß auf diesem Gebiet die Sehleistung ziemlich konstant blieb. Wenn sich bei einer Untersuchung auf dieser Strecke Unregelmäßigkeiten zeigten, so wurden natürlich auch Sehprüfungen in kleineren Abständen gemacht. (Dies ist bei den betr. Tabellen und Kurven besonders vermerkt.) Am Schluß fast jeder Untersuchungsreihe wurden zur Kontrolle der Ergebnisse noch einige Stichproben vorgenommen.

Wir geben nun im folgenden in tabellarischer Form die Ergebnisse dieser Untersuchungen wieder. Die verschiedenen Versuchspersonen, zum größten Teil in der physikalischen Abteilung des Instituts arbeitende Herren, zeigen gegeneinander erhebliche Unterschiede, wenn man die absoluten Werte vergleicht. Dies beruht darauf, daß die Sehschärfen der einzelnen Beobachter untereinander von 1—3 *S* differierten. Jede Versuchsreihe ist also zunächst nur in sich vergleichbar und auf die immer angegebene Sehschärfe der betr. Person beziehbar. Dann aber zeigen die verschiedenen Schleier bei einer und derselben Person verschiedene Grade und Arten der Sehstörung von ganz geringen Beeinträchtigungen an bis zur Herabsetzung der Sehleistung auf ein Fünftel, ja sogar gelegentlich bis auf ein Zehntel und Zwanzigstel des ursprünglichen Wertes. Im ersten Stab der Tabellen sind, in Centimetern angegeben, die Entfernungen des Schleiers vom Auge notiert, daneben die Sehleistung bei diesem Abstand des Schleiers.

Eine andere, größere Reihe von Beobachtungen fand unter einer, in einem wesentlichen Punkte veränderten Bedingung statt. Bei einem Teil der Versuchspersonen waren die subjektiven Schwierigkeiten, wenn sie durch den Schleier hindurch das Objekt fixieren sollten, recht erheblich; der Akkommodationszustand schwankt wider Willen. So wurde dieses Moment ausgeschaltet und bei 3 Versuchspersonen (Prof. NAGEL, Dr. FEILCHENFELD, Dr. GUTTMANN) durch Einträufeln vom Homatropin, resp. Atropin die Akkommodation für die Zeit der Versuche gelähmt. Die Resultate dieser nach Akkommodationslähmung angestellten Versuche fielen recht verschiedenartig aus. Zum Teil differierten sie gar nicht von den ohne Atropinisierung unter sonst gleichen Versuchsbedingungen gewonnenen Resultaten (z. B. bei einigen mit Prof. NAGEL angestellten Versuchen). In diesem Fall wird man wohl annehmen können, daß die subjektiv lebhaft empfundene Störung, daß der Schleier als das auffälligere der gesehenen Objekte ihn zu fixieren veranlafte, durch die willkürliche Beherrschung der Akkommodation doch überwunden wurde. Der andere Fall, daß also die mit Atropinisierung gewonnene Sehleistung besser war, als ohne Atropinisierung, zeigt, daß es den Versuchspersonen z. T. eben nicht möglich war, diese Schwierigkeit in der Beherrschung der Akkommodation zu überwinden.

Am Schluß dieser Angaben über unsere Versuchsbedingungen und die erzielten Resultate müssen wir noch in Kürze einiger Modifikationen gedenken, welche wir im Laufe der Untersuchungen gelegentlich einrichteten. Wir untersuchten die Sehstörung im allgemeinen bei einer Stellung des Schleiers, in der die Fäden senkrecht und wagerecht verliefen ebenso wie die Linien der **E**. Wenn wir nun den Schleier so stellten, daß die Fäden schräg durch das Gesichtsfeld liefen, daß sich also ihre Abbildungen auf dem Augenhintergrunde mit den Abbildungen der Linien der **E** im Winkel von 45° kreuzten, so fiel die Störung zwar nicht wesentlich anders aus, aber sie trat doch im ganzen in geringerem Maße auf.

Ferner wurde noch untersucht, ob die Resultate beeinflusst wurden, wenn der Schleier, dessen Fäden bei der bisher beschriebenen Versuchsanordnung vollkommen schwarz auf dem hellen Hintergrund erschienen, selbst Licht reflektierte. Der Drahtschleier wurde zu diesen Versuchen durch Beräucherung mit Magnesiumoxyd gebleicht und durch eine Glühlampe, welche zwischen Beobachter und Schleier, in konstantem Abstand von letzterem angebracht war, beleuchtet. Das Auge des Beobachters war durch einen Schirm vor dem direkten Licht der Lampe geschützt, so daß also (neben dem vom Objekt her durchfallenden Licht) nur noch das von den Schleierfäden reflektierte Licht ins Auge fiel. Das Ergebnis war, daß sich nur geringe objektiv erkennbare Unterschiede gegenüber der Störung der Sehleistung durch den schwarzen Schleier zeigten; der weiße Schleier setzte die Sehleistung mehr herab als der schwarze. Auffallenderweise war der subjektive Eindruck der eines viel stärkeren Unterschiedes (im gleichen Sinne).

Inwieweit das Verhältnis zwischen Fadendicke und Maschenweite die Art der Sehstörungen beeinflusst, läßt sich nach unseren bisherigen Untersuchungen noch nicht endgültig beantworten. Es scheint, nach einer Anzahl von Versuchsreihen, die nach dieser Richtung angestellt wurden, daß sich bei feinfädigen, engmaschigen Schleiern geringere Sehstörungen einstellen, die sich dann aber über eine größere Strecke hinziehen, während bei grobem, weitmaschigem Gewebe die Störung auf einer kleineren Strecke sich bemerkbar macht, hier aber um so stärker. Im ersten Falle verursachen offenbar die zarten, engen Gewebe eine sich lange gleichbleibende allgemeine Verdunklung des Gesichts-

feldes, im zweiten dagegen verdecken zuerst die großen Zerstreungsbilder der groben Fäden oft das ganze Objekt; bei einiger Entfernung vom Auge kann aber der Beobachter durch die weiten Maschen hindurch die Stellung des relativ kleinen E erkennen. Genauere Aufklärung erwarten wir von einer weiteren in Aussicht genommenen Untersuchung. Die subjektiven Beobachtungen der Versuchspersonen sind in mancher Beziehung wichtig; in erster Linie, was die bereits oben erwähnte Störung von seiten der Akkommodation betrifft. Wie dort bereits ausgeführt, läßt sich die objektive Sehstörung durch Ausschaltung dieses Moments teilweise herabsetzen. Auch die unangenehmen, subjektiven Sensationen, welche mit dieser Akkommodationschwierigkeit verbunden sind, fallen nach Atropinisierung vollkommen fort. Diese Störungen werden meist so empfunden, daß sich der Schleier bei geringem Abstand vom Auge wie ein Nebel dazwischenlegt, der nur mit Anstrengung zu durchdringen ist; wächst die Entfernung des Schleiers vom Auge, so drängen sich seine Konturen so stark auf, daß es sehr schwer hält, das Auge nicht auf den Schleier, sondern auf das entfernte, viel weniger auffällige Objekt zu akkommodieren. Subjektiv am wenigsten störend ist die Stellung des Schleiers dicht am Objekt. Durch Konzentration der Aufmerksamkeit und Übung besserte sich bei allen Versuchspersonen, manchmal sogar im Verlauf einer einzigen Untersuchungsreihe, die Sehleistung, bei physikalisch immer gleichen Versuchsbedingungen. (Nebenbei sei hier noch erwähnt, daß geringe Schwankungen in den absoluten, d. h. also ohne Schleier festgestellten Sehleistungen der einzelnen Beobachter zweifellos nur von der verschiedenen Disposition abhängen, da die vorzügliche Beleuchtung der Objekte stets vollkommen gleich war.) Wir geben nun die für die einzelnen Versuchspersonen unter den beschriebenen Versuchsbedingungen gewonnenen Resultate in Tabellenform wieder.

Beobachter Prof. Dr. NAGEL. $S = 1,75$.

cm	Schleier II				Schleier III		Schleier IV vertikal mit Homatropin
	vertikal		diagonal		vertikal		
	ohne Homatropin	mit	ohne Homatropin	mit	ohne Homatropin	mit	
10	0,5	0,8	1,0	1,0	1,0	1,25	1,62
20	0,5	0,6	1,0	0,9	1,0	1,12	1,50
30	0,4	0,5	0,7	0,7	1,0	1,12	1,0
40	0,3	0,4	0,5	0,6	1,25	1,25	1,25
50	0,4	0,4	0,5	0,5	1,25	—	0,9
60	0,4	0,4	0,4	0,4	1,25	1,50	1,0
70	0,4	0,4	0,4	0,4	1,25	1,50	1,0
80	0,4	0,4	0,4	0,4	1,25	1,50	—
90	0,5	0,4	0,5	0,4	1,50	1,50	0,9
100	0,6	0,6	0,5	0,5	1,75	1,25	0,9
120	0,6	0,5	—	0,7	1,50	1,50	—
150	0,7	0,5	0,7	0,7	—	—	1,0
300	—	0,7	—	1,25	1,50	1,75	1,12

Beobachter Dr. GUTTMANN. $S = 2\frac{1}{2} - 3$.

cm	Schleier I		Schleier II			Schleier III			Schleier IV vertikal mit Hom- atropin
	vertikal		vertikal		diagonal ohne Hom- atropin	vertikal		diagonal ohne Hom- atropin	
	ohne Homatropin	mit	ohne Homatropin	mit		ohne Homatropin	mit		
10	0,5	0,9	1,75	1,75	1,75	1,50	2,5	2,—	0,7
20	0,3	0,8	1,—	1,75	1,75	1,25	2,—	2,—	0,7
30	0,1	0,5	1,—	1,50	1,75	1,50	2,—	2,25	0,6
40	0,1	0,4	1,—	1,50	1,50	1,50	2,12	2,25	0,6
50	0,2	0,4	0,9	1,35	1,75	1,50	2,—	2,—	0,7
60	0,2	0,4	1,—	1,35	1,75	1,75	2,—	1,75	0,6
70	0,2	0,4	0,9	1,25	1,75	1,75	2,25	2,—	0,6
80	0,25	0,4	0,9	1,50	1,75	1,75	2,25	2,—	0,6
90	0,25	0,4	0,8	1,50	1,50	2,—	2,25	2,25	0,6
100	0,25	0,5	0,9	1,75	1,50	2,25	2,25	2,—	0,6
120	0,35	0,6	0,9	1,75	1,75	—	—	—	—
150	0,6	0,7	1,—	1,75	1,75	2,25	2,25	2,—	0,6
300	—	0,7	1,25	1,75	2,—	2,—	2,25	2,25	0,7

Beobachter Mrs. LADD-FRANKLIN. $S = 1,50$.

cm	Schleier I	Schleier II		Schleier III		Schleier IV vertikal (weißberufst, reflekt. Licht)
	vertikal	vertikal	diagonal	vertikal	diagonal	
10	1,—	1,20	1,25	1,—	1,25	0,9
20	0,9	1,20	1,—	1,—	0,9	0,9
30	0,7	0,9	1,—	0,9	0,9	0,8
40	0,6	0,7	1,—	0,8	0,9	0,8
50	0,5	0,7	0,9	0,8	0,9	0,8
60	0,4	0,6	0,9	0,9	0,9	0,8
70	0,4	0,6	0,9	0,9	0,9	0,8
80	0,4	0,6	0,9	1,—	0,9	0,7
90	0,4	0,7	0,9	1,—	0,9	—
100	0,5	0,7	0,8	1,—	0,9	0,8
120	—	—	0,8	1,—	1,—	—
150	0,7	0,9	1,—	1,—	1,—	1,—
300	1,25	1,50	1,50	1,25	1,—	1,—

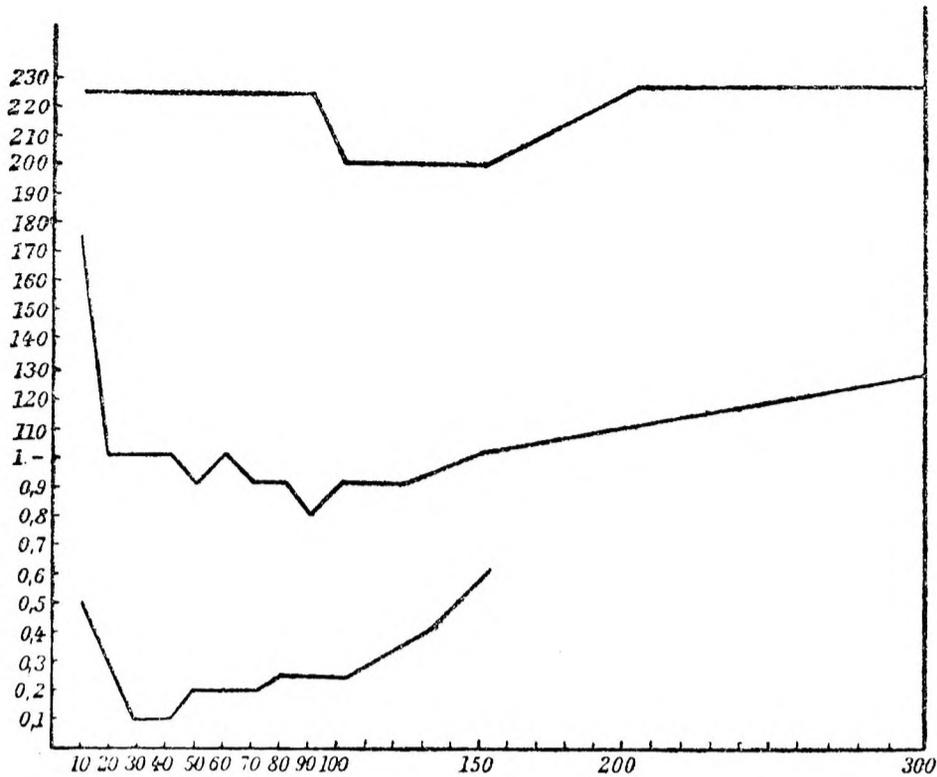
Beobachter Dr. FEILCHENFELD. $S = 1,50 - 2$.

cm	Schleier II senkrecht		Schleier II diagonal	
	ohne	mit	ohne	mit
	Atropin		Atropin	
10	0,9	0,9	1,50	1,25
20	0,5	0,9	1,25	1,25
30	0,4	0,8	1,25	1,25
40	0,4	0,8	1,—	1,—
50	0,3	0,7	0,9	1,—
60	0,4	0,7	0,8	1,—
70	0,4	0,7	0,8	1,—
80	0,5	0,7	0,8	1,—
90	0,7	0,7	0,9	1,—
100	0,9	0,7	1,—	1,—
150	0,9	1,—	1,25	1,25
300	1,—	1,25	1,25	1,25

cm	Beobachter Dr. PIPER	Beobachter Dr. CRZELLITZER	Beobachter Dr. EBSTEIN $S = 2\frac{1}{2} - 3$	Beobachter Frl. FRANKLIN $S = 2$	
	Schleier I vertikal	Schleier III diagonal	Schleier II vertikal	Schleier II vertikal	Schleier II diagonal
10	1,—	0,8	2,25	1,12	1,75
20	0,9	0,7	2,25	1,—	1,50
30	0,4	0,6	2,25	0,9	1,25
40	0,4	0,5	1,87	0,9	1,25
50	0,25	0,5	1,75	0,8	1,—
60	0,25	0,6	1,75	0,8	1,—
70	0,2	0,7	1,50	0,8	1,—
80	0,2	0,8	1,50	0,7	0,8
90	0,3	0,9	1,50	0,7	0,75
100	0,3	0,9	1,75	0,7	1,—
120	0,35	—	1,75	—	1,50 (2 m)
150	0,6	0,9	2,—	0,8	
300	0,9 (2 m)	0,9	2,25	1,—	1,75

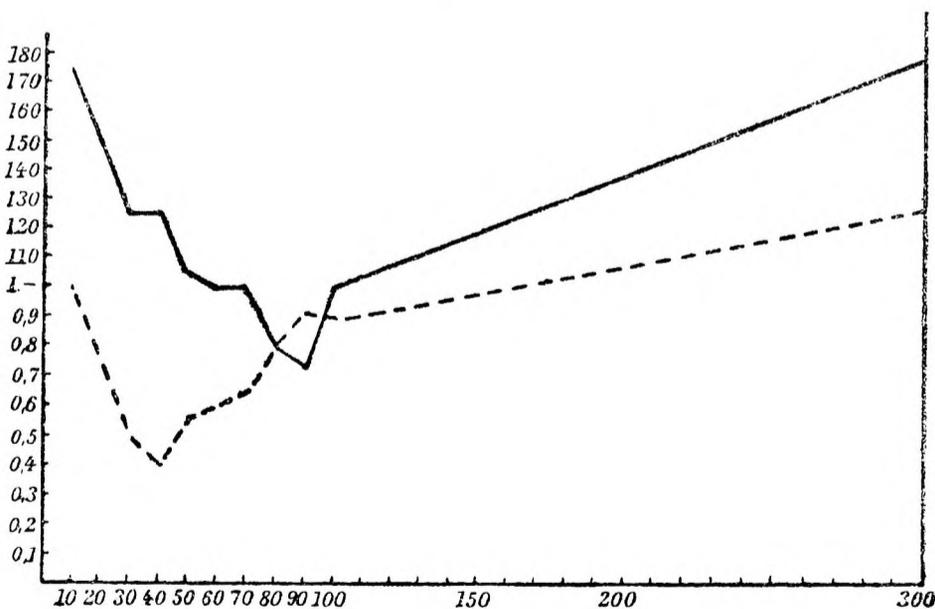
In den folgenden Kurven geben wir die charakteristischsten Resultate in graphischer Darstellung wieder. Als Abszissen sind die Abstände des Schleiers vom Auge aufgetragen, als Ordinaten die entsprechenden Sehleistungen. Bei der Betrachtung der Kurven ist zu berücksichtigen, daß die uns zur Verfügung stehenden Sehproben bis zu 1 S steigend immer um $\frac{1}{10} S$ voneinander differierten, daß wir aber von $1 - 2\frac{3}{4} S$ immer nur $\frac{1}{4} S$ Differenz zwischen den einzelnen Sehproben hatten. Infolgedessen entspricht eine „um eine Nummer“ bessere Sehleistung oberhalb von 1 S sofort einem Steigen der Kurve um $2\frac{1}{2}$ Höheneinheiten, unterhalb von 1 S nur 1 Höheneinheit (das Sinken der Kurve ist natürlich ebenfalls mit dieser Berücksichtigung zu betrachten).

Figur I.



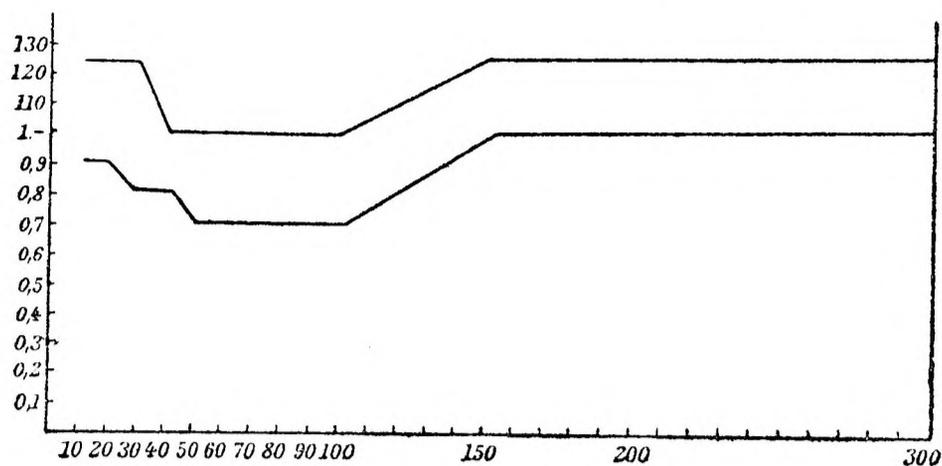
Einfluss der Übung: Die untere Kurve nur bis 1,50 m vom ersten Versuchstage (Schleier I), die mittlere einige Wochen später (Schleier II), die obere am letzten Tage (wieder Schleier I!). [Dr. GUTTMANN.]

Figur II.



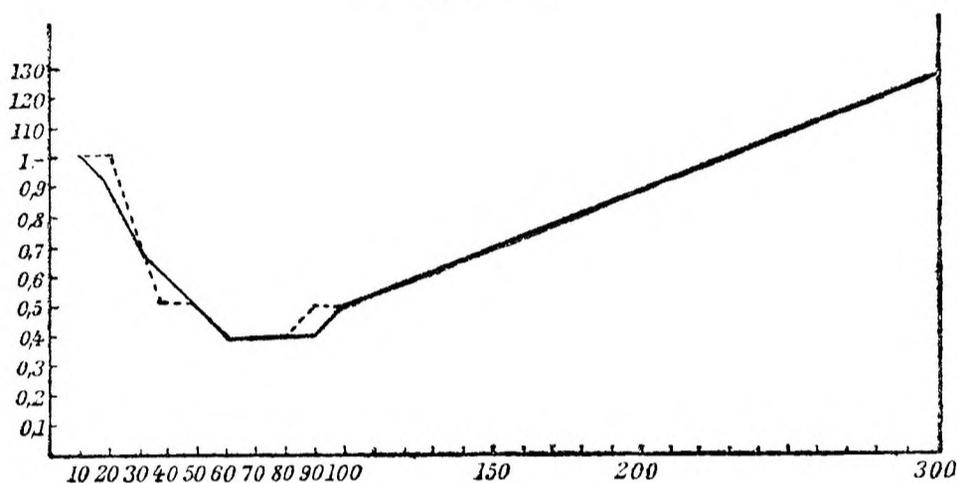
Einfluss der Übung: Die untere Kurve die erste (von Mrs. FRANKLIN) aufgenommene Kurve (Schleier II diagonal), die zweite einige Wochen später (unter denselben Bedingungen).

Figur III.



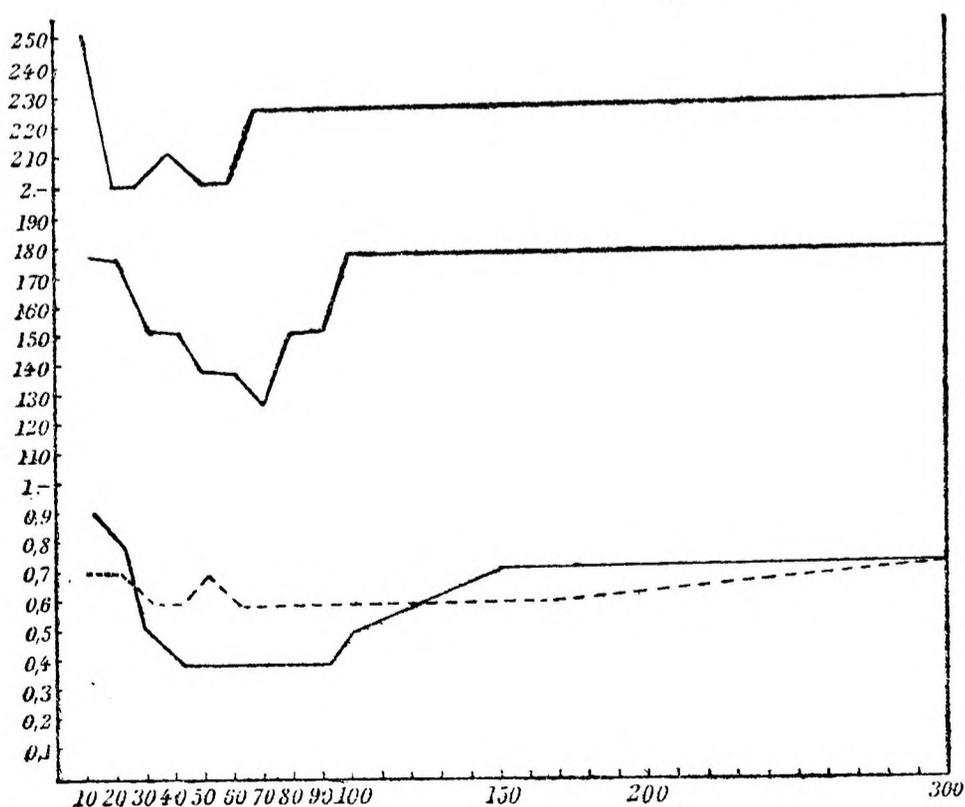
Zwei Kurven von derselben Versuchsperson (Dr. FEILCHENFELD) am selben Tage mit atropinisiertem Auge von demselben Schleier aufgenommen; die obere zeigt den Verlauf bei diagonal, die untere bei vertikal gestelltem Schleier II.

Figur IV.



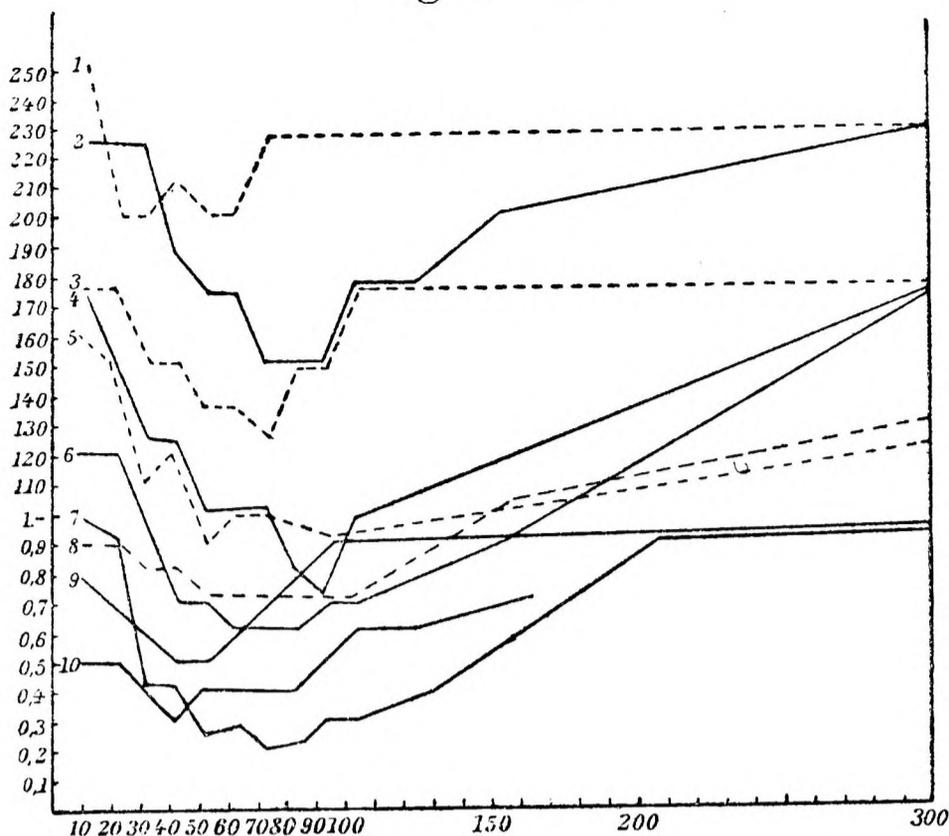
Zwei Kurven von derselben Versuchsperson (Prof. Dr. NAGEL), einmal mit homotropinisiertem Auge von diagonalem Schleier II aufgenommen, das zweite Mal (punktiert) mit nicht homotropinisiertem Auge bei demselben Schleierstand.

Figur V.



Vier Kurven von derselben Versuchsperson (Dr. GUTTMANN), alle bei homotropinisiertem Auge und vier verschiedenen senkrecht gestellten Schleiern (Schleier I zu unterst, in der Mitte Nr. II, oben Schleier III, punktiert Schleier IV).

Figur VI.



Zehn Kurven, jede unter einer anderen Versuchsbedingung bei einer anderen Versuchsperson:

- Kurve 1. Dr. GUTTMANN. Schleier III vertikal (Homatropin).
 - „ 2. Dr. EBSTEIN. Schleier II vertikal.
 - „ 3. Dr. GUTTMANN. Schleier II vertikal (Homatropin).
 - „ 4. Frl. FRANKLIN. Schleier II diagonal.
 - „ 5. Prof. NAGEL. Schleier IV vertikal (Homatropin).
 - „ 6. Frau FRANKLIN. Schleier II diagonal.
 - „ 7. Dr. PIPER. Schleier I vertikal.
 - „ 8. Dr. FEILCHENFELD. Schleier II diagonal (Atropin).
 - „ 9. Dr. CRZELLITZER. Schleier III diagonal.
 - „ 10. Prof. NAGEL. Schleier II vertikal (nur bis 1,50 m untersucht).
- (Die mit Atropin- resp. Homatropin-Lähmung gewonnenen Kurven sind punktiert gezeichnet.)

Die angeführten Tabellen bedürfen wohl keines weiteren Kommentars. Wir haben nicht sämtliche Ergebnisse der vielen einzelnen Untersuchungsreihen, die besonders mit den ersten drei Versuchspersonen angestellt waren, buchen zu sollen geglaubt. Diese Ergebnisse stimmten, nachdem erst ein gewisser Grad der Übung erreicht war und wir gelernt hatten, die Fehlerquellen möglichst zu verringern, im allgemeinen so gut miteinander überein, daß wir uns darauf beschränken konnten, nur die besonders charakteristischen Ergebnisse in tabellarischer Übersicht darzubieten. Einiger Erläuterungen dagegen bedarf die graphische Darstellung: Die Figur I zeigt den Einfluß der Übung bei einer des Schleiers ungewohnten Versuchsperson.

Die unterste Linie zeigt das Ergebnis der ersten mit ihr vorgenommenen Untersuchung. Die Sehschärfe betrug $2\frac{1}{2}$ —3. Den subjektiven Beschwerden, die anfangs außerordentlich stark waren, entspricht der große Tiefstand der Kurve, die auf etwa $\frac{1}{20}$ der vollen Sehschärfe sinkt. (Die mittlere Linie zeigt das Resultat einer Untersuchung mit einem anderen Schleier etwa aus der Mitte der Beobachtungszeit.) Eine in den letzten Tagen nochmals mit dem ersten Schleier vorgenommene Untersuchung zeigt eine, durch die monatelange Übung auf ein Minimum reduzierte Beeinträchtigung der Sehleistung. Die zweite Figur zeigt das Ergebnis zweier Untersuchungen von Frl. FRANKLIN ($S = 2$). Wie die punktierte Linie zeigt, war die Störung durch den, doch nicht ganz ungewohnten Schleier, ziemlich erheblich. Die obere Kurve, unter genau denselben Bedingungen aufgenommen, zeigt, wie sich nach einigen Versuchen die Störung verringert hat.

Die nächste Figur III zeigt zwei einander sehr ähnlich verlaufende Linien, die um ca. $\frac{1}{4} S$ von einander entfernt liegen. Beide sind, und zwar an einem Tage, von Dr. FEILCHENFELD gewonnen, dessen Auge atropinisiert war. Die durch Akkommodationsschwankungen gegebene Schwierigkeit war also bei beiden Versuchen beseitigt. Die beiden Linien zeigen daher sehr deutlich die trotzdem bestehende, durch die physikalischen Verhältnisse bedingte Herabsetzung der Sehleistung. Dabei demonstriert die obere Kurve die geringere, durch die Diagonalstellung des Schleiers bedingte Störung, die untere entspricht dem vertikal gestellten Schleier. Inwieweit diese Differenz von unserer Versuchsanordnung abhängt, bei der die Linien des Winkelhakens immer horizontal und vertikal, nie diagonal gerichtet waren, ist weiter oben ausgeführt.

Dafs unter Umständen kein irgendwie erheblicher Unterschied besteht, ob das Auge akkommodationslos ist oder nicht, zeigt (bei diagonal gestelltem Schleier) Figur IV. Figur V bietet einen Vergleich aller vier von uns benutzten Schleier, alle vier Kurven sind mit senkrechter Stellung von derselben Versuchsperson mit akkommodationslosem Auge an verschiedenen Tagen gewonnen; die Ähnlichkeit bei aller Verschiedenheit liegt klar zu Tage. Noch prägnanter ist die letzte Übersichtszeichnung. Wir geben darauf zehn verschiedene Kurven, jede repräsentiert eine von den anderen verschiedene Versuchsanordnung. Alle

Versuchspersonen, alle Schleierarten und -stellungen, sowie Akkommodationsintegrität und -lähmung sind somit in einem Bilde vereinigt (der letzteren entsprechen die punktierten Linien).

Ein Blick auf dieses Bild zeigt nun, daß trotz aller individuellen, wie tatsächlich bedingten Verschiedenheiten alle Kurven denselben typischen Verlauf zeigen, nämlich: Absinken der Sehleistung bis zu einem relativen Minimum, das frühestens bei 30 cm, spätestens bei 90 cm erreicht ist und dann nach einiger Zeit ein Ansteigen der Sehleistung, das frühestens bei 40 cm, spätestens bei 90 cm einsetzt.

Wir glauben durch unsere Versuche eine Bestätigung der anfangs theoretisch deduzierten Annahmen erbracht zu haben. Die gefundenen Sehstörungen lassen sich wohl aus den angeführten Gesichtspunkten ausreichend erklären. Genauere Untersuchungen über verschiedene, der Aufklärung noch bedürftige Punkte, wie Wirkung farbiger Schleier, resp. farbigen Lichtes, gründliche Trennung der physikalischen und der physiologischen Komponente der Sehstörung haben wir nicht mehr gemeinsam vornehmen können. Sie bleiben einer späteren Einzelpublikation vorbehalten.

(Eingegangen am 20. Dezember 1902.)
