

(Aus dem Physiologischen Institute der Universität in Wien.)

## Untersuchungen über die Herabsetzung der Sehschärfe durch Blendung.

Von

Dr. ALFRED BORSCHKE,

Demonstrator der physiolog. Lehrkanzel in Wien,

Assistenzarzt-Stellvertreter im Garnisonspitale Nr. 1 in Wien, 3. Abteilung.

(Mit 4 Fig.)

Allgemein bekannt ist die Tatsache, daß schwache Helligkeitsunterschiede, die für uns eben noch bemerkbar sind, durch Auftreten eines stärkeren Lichteindrucks an einer anderen Stelle der Netzhaut zum Verschwinden gebracht werden können. So ist es zum Beispiele unmöglich, Sterne geringerer Helligkeit in der Nähe des Mondes wahrzunehmen, so wirken abends hellleuchtende Laternen auf der StraÙe, die ihr Bild direkt auf unsere Netzhaut werfen, höchst störend auf die schwachen Lichteindrücke, welche die angrenzenden Netzhautpartien treffen, und es ist unserem Auge unmöglich, den „Schein“, der die Flammen umgibt, durchdringend die weiter entfernten, schwach beleuchteten Häusergruppen zu sehen. Treten wir aber einige Schritte seitwärts und weichen so mit unserem Blick der Laterne aus, so kann es uns leicht gelingen, dieselben Häusergruppen bei gleicher Beleuchtung und aus der gleichen Entfernung ganz gut und deutlich wahrzunehmen. Bekannt ist auch, daß ein Radfahrer durch die intensiv leuchtende Acetylenlaterne dem Entgegenkommenden unkenntlich oder gar unsichtbar erscheinen kann; ferner vermag die sinkende Sonne den westlichen Horizont vollständig der Beobachtung zu entziehen usw.

Eine hervorragende Bedeutung hat diese Art der Blendung auch beim Gebrauche des Augenspiegels, indem bei schwer zu

spiegelnden Fällen, so im aufrechten Bild bei hochgradigen Myopen, im umgekehrten Bild bei enger Pupille, der blendende Kornealreflex in größerem Maße als die geringe Beleuchtung des Augenhintergrundes uns hindert ein brauchbares Bild zu erhalten.

Nun fühlen aber nicht alle Personen den verschleiernenden Einfluß des schädlichen Lichtes in gleicher Weise, und es schien, daß die Sehkraft der einen mehr, der anderen weniger stark geschädigt wird, auch wenn man bloß jene berücksichtigt, deren Augen, abgesehen vielleicht von einer durch Gläser korrigierbaren Refraktionsanomalie als normal (nicht pathologisch) bezeichnet werden müssen.

Um über den schädigenden Einfluß der Blendung auf das Sehvermögen Aufschluß zu erhalten, habe ich auf Herrn Prof. EXNERS Anregung hin es mir zur Aufgabe gemacht, den Grad der Blendung bei verschiedenen Personen vergleichend zu messen.

Unter Blendung kurzweg verstehe ich in folgendem — um jedem Mißverständnis vorzubeugen — immer nur die Blendung, die durch Licht entsteht, das zur Zeit der Beobachtung die Netzhaut trifft, nicht aber jene Blendung, welche die Zeit der Lichteinwirkung überdauert (Nachbild), und auch nicht jene Blendung, welche nach längerer Beobachtung der Sonne (zum Beispiel bei Sonnenfinsternissen) als mehr minder lang dauernde, lokale, krankhafte Veränderung der Macula lutea und ihrer nächsten Umgebung im Sinne einer bedeutenden Herabsetzung des Sehvermögens zuweilen vorkommt.

SEWAL, URBANTSCHITSCH, SCHMIDT-RIMPLER, UHTHOFF und DEPÈNE haben experimentelle Untersuchungen über den Einfluß seitlicher Blendung auf die zentrale Sehschärfe veröffentlicht. Merkwürdig ist dabei, daß zunächst eine Besserung des Sehvermögens durch seitlich in das Auge oder außen auf die Sklera fallendes Licht beschrieben wurde.

URBANTSCHITSCH<sup>1</sup> belichtet eine Tafel mit Schriftproben, die in einer solchen Entfernung aufgestellt war, daß die Buchstaben eben nicht mehr deutlich gesehen wurden, wenn er die Lichtstrahlen der Beleuchtungslampe durch die seitlich vor das Auge gehaltene Hand von diesem abblendete. Zog er die Hand weg,

<sup>1</sup> URBANTSCHITSCH: Über die Wechselwirkung der innerhalb der Sinnesorgane gesetzten Erregungen. *Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie* 31.

so daß die Lichtstrahlen nun direkt ins Auge fielen, so erschienen die Buchstaben deutlicher und schärfer. Die durch das seitliche Licht eintretende Pupillenverengung sollte hierbei keine Rolle spielen, da angeblich das gleiche Resultat bei Patienten mit vollständiger Pupillenstarre und gleichzeitiger Akkommodationslähmung erzielt wurde.

SCHMIDT-RIMPLER<sup>1</sup> bestätigte im wesentlichen die Beobachtungen von SEWAL und URBANTSCHITSCH und ergänzte dieselben dahin, daß zwar bei einer gewissen Intensität des durch die Sklera hindurchdringenden Lichtes („skleraler Beleuchtung“) die Sehschärfe zunehme, aber bei stärkerer Intensität der seitlichen Blendung abnehme, und das um so eher, je schwächer das beobachtete Objekt erleuchtet sei.

Die ausführlichste Arbeit über Blendung rührt von DEPÈNE her, welcher, nachdem UTHOFF am internationalen Ophthalmologenkongress in Utrecht (1899) bereits über seine diesbezüglichen Versuche berichtet hatte, den von UTHOFF konstruierten Apparat benützte um eine Reihe ausführlicher Versuche zu machen und zu veröffentlichen.<sup>2</sup>

Dieser Apparat war derart konstruiert, daß das blendende Licht verschieden stark leuchtend, daß ferner die blendende Fläche und somit der geblendete Netzhautbezirk verschieden groß gemacht, und auch der Winkel, unter welchem das blendende Licht das Auge traf, verändert werden konnte. An einer drehbaren Scheibe waren Schriftproben von ungleicher Größe angebracht. Auch diese konnten mehr oder weniger stark beleuchtet werden. Die Beleuchtungsstärke wurde verringert teils durch verschieden große Blenden, teils durch Rauchgläser. Das Maß der Sehschärfe war die kleinste noch lesbare Schriftprobe.

Als Resultate seiner Untersuchungen gibt DEPÈNE folgende an:

„Die seitliche Blendung erzeugt in dem geblendeten Auge:

1. Eine Verbesserung der zentralen Sehschärfe bei guter Objektbeleuchtung, wobei das Blendungslicht nur die Sklera oder nur die Pupille oder beide gleichzeitig treffen kann.

---

<sup>1</sup> SCHMIDT-RIMPLER: Über den Einfluß peripherer Netzhautreizung auf das zentrale Sehen. *Bericht der Heidelberger ophthalm. Gesellschaft* 1887.

<sup>2</sup> J. R. DEPÈNE: Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß seitlicher Blendung auf die zentrale Sehschärfe. *Monatsbl. für Augenheilkunde* 38.



Die Ursache für die Erhöhung des Sehvermögens ist die durch Blendung erzeugte Pupillenverengung.

2. Eine Verschlechterung der zentralen Sehschärfe bei herabgesetzter Erhellung der Sehobjekte, sei es, daß es sich um Skleral-, Pupillen- oder Totalblendung des Auges handelt.

Die Ursache für die Sehstörung liegt in einer Adaptationsstörung der Netzhaut.<sup>1</sup>

Die Sehstörung ist um so größer:

- a) je geringer die Beleuchtung des Sehobjekts,
- b) je kleiner der Blendungswinkel,
- c) je erheblicher die Blendung und
- d) je größer die geblendete Netzhautfläche wird.“

Von der Richtigkeit der Angaben von URBANTSCHITSCH und SCHMIDT-RIMPLER über Erhöhung der Sehschärfe bei Augen mit reaktionsloser Pupille hat DEPÈNE sich nicht überzeugen können, und er spricht die Vermutung aus, daß die Pupillenstarre vielleicht keine vollkommene war. Auch meine Versuche, die ich in dieser Richtung anstellte, konnten eine Erhöhung der Sehschärfe nicht ergeben.

Bei meinen Untersuchungen kam nur die sub 2 angegebene Verschlechterung der Sehschärfe in Betracht, da ich, wie aus folgendem ersichtlich sein wird, immer bei sehr herabgesetzter Beleuchtung der Sehproben arbeitete.

Meine erste Aufgabe war es nun, einen Apparat zu konstruieren, der eine Messung des schädlichen Einflusses der Blendung möglichst einfach und rasch erlaubte.

Dem Prinzipie nach sollte dieser Apparat folgendermaßen konstruiert sein. Auf einem kreisförmigen transparenten Papier werden durch Beleuchtung von rückwärts undurchsichtige Schriftzeichen derart sichtbar gemacht (Fig. 1), daß dieselben schwarz auf dem zu erhellenden Hintergrund erscheinen. Die Intensität der Beleuchtung derselben kann variiert werden, erstens durch Änderung des Widerstandes in der Zuleitung zur beleuchtenden elektrischen Glühlampe (*a* in Fig. 3), zweitens durch Verschiebung derselben auf einem ca. 160 cm langen Schlitten. Es wird nun die schwächste Beleuchtung aufgesucht, bei welcher der Untersuchte

---

<sup>1</sup> Mit dieser Ansicht kann sich Verf. nicht einverstanden erklären. Genauere Besprechung dieses Umstandes folgt in einer nächsten Abhandlung über die Ursachen der Blendung.



die Schriftzeichen eben noch zu erkennen vermag, und die Entfernung der Lampe ( $a$ ) von den Schriftzeichen ( $s$ ) notiert. Hierauf wird ein transparenter Kreisring um den ersteren Kreis durch sechs mit voller Leuchtkraft brennende Glühlampen ( $b$ ) erhellt

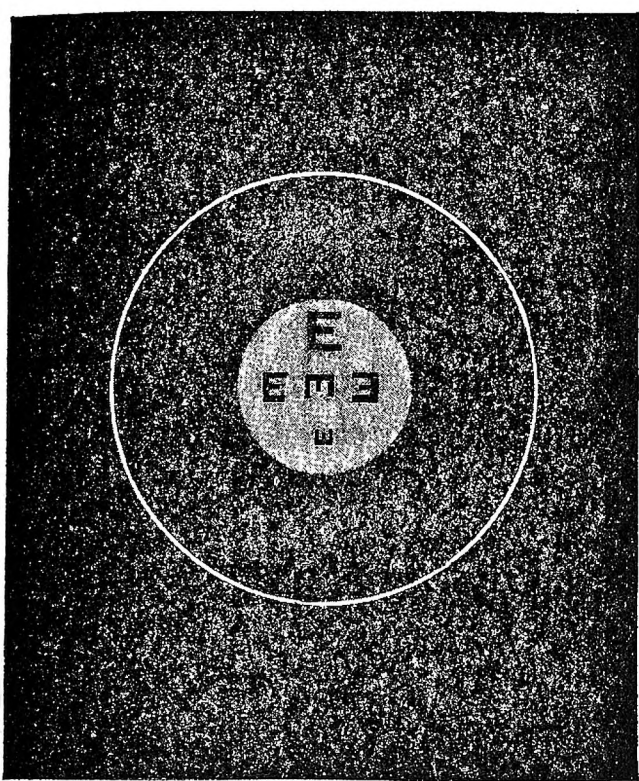


Fig. 1.

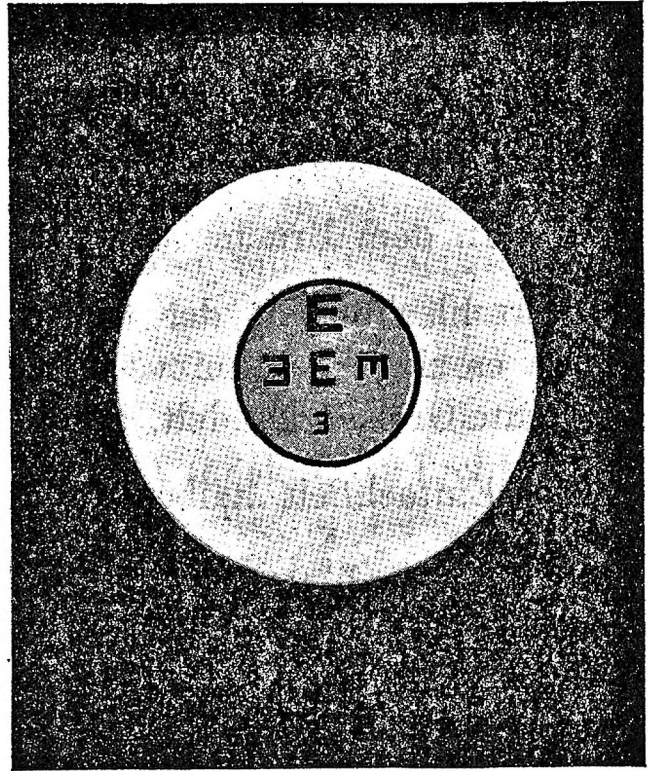


Fig. 2.

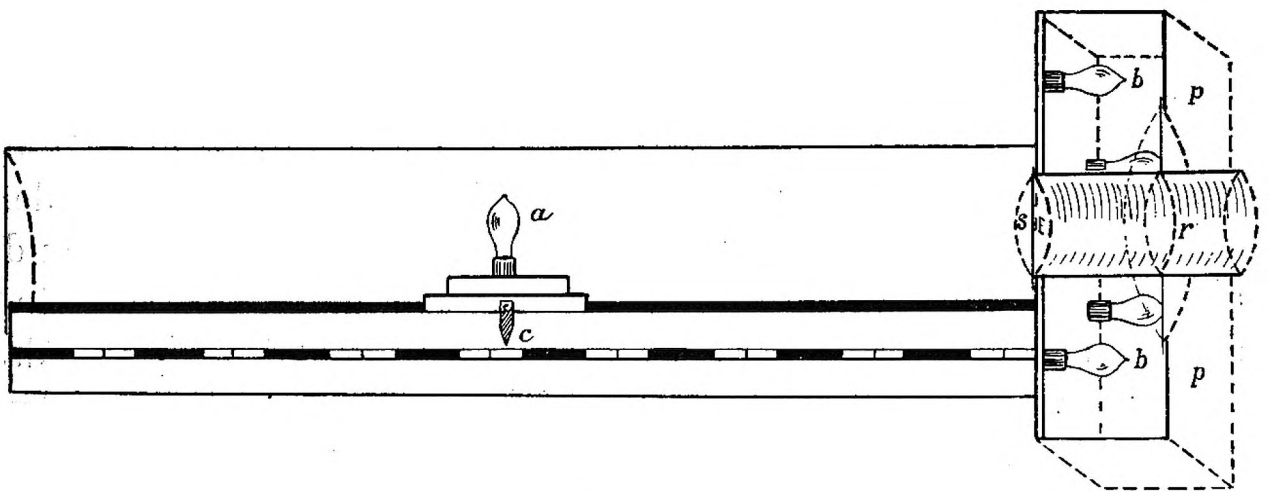


Fig. 3.

(Fig. 2 u. Fig. 3). Auf dies hin kann man die Schriftzeichen in dem schwach erleuchteten Kreis nicht mehr erkennen, und man ist genötigt, die Lampe ( $a$ ) zu nähern, um die Schriftzeichen wieder kenntlich zu machen. Die jetzige kleinere Entfernung der Lampe ( $a$ ) wird an der zu diesem Zwecke angebrachten Skala (bei  $c$ ) abgelesen und gleichfalls notiert.

Wir haben also zwei Resultate zu vergleichen:

1. Die größtmögliche Entfernung der Lampe ( $a$ ), die uns noch erlaubt, die Schriftzeichen zu erkennen — ohne Blendung. Diese Entfernung wollen wir mit  $M$  bezeichnen.

2. Die größtmögliche Entfernung der Lampe ( $a$ ), die uns noch erlaubt, die Schriftzeichen zu erkennen, aber mit Blendung durch den transparenten Kreisring, welche Entfernung wir mit  $N$  bezeichnen wollen.

In dem Bruche  $\frac{M^2}{N^2}$  haben wir also eine GröÙe, die uns die Verschlechterung der Sehschärfe durch die Blendung angibt. Da es sich aber um vergleichende Versuche und nicht um absolute GröÙen handelt, konnte ich, ohne einen Fehler zu begehen, der Einfachheit halber als relativen Wert auch den Bruch  $\frac{M}{N}$  berechnen und die Resultate vergleichen, denn eine Zunahme von  $\frac{M^2}{N^2}$  oder  $\left(\frac{M}{N}\right)^2$  bedeutet immer auch eine Zunahme des Wertes  $\frac{M}{N}$ .

Wie bereits erwähnt, durfte die Lampe ( $a$ ) nicht mit voller Leuchtkraft brennen, sondern mußte durch Widerstände bedeutend abgeschwächt werden. Bei meinen ersten Vorversuchen verwendete ich zu diesem Zwecke einen verstellbaren Drahtwiderstand, was sich aber aus zwei Gründen als unpraktisch erwies, indem einerseits der Draht mit der Zeit heiß wurde, womit sich bekanntlich der Widerstand desselben ändert, und andererseits eine Vergleichung der Beleuchtungsstärke der einzelnen Versuchsergebnisse schwierig oder unmöglich wurde, da dieselbe von zwei Variablen abhängig war, nämlich von der durch den verstellbaren Widerstand veränderlichen Leuchtkraft der Glühlampe und von der Entfernung derselben von den Schriftproben.

Aus diesem Grunde wurde später der Widerstand den Verhältnissen angepaßt und blieb dann konstant, so zwar daß die Leuchtkraft der Glühlampe ( $a$ ) sich nicht mehr änderte, sondern schließlichs einzig und allein durch Nähern und Entfernen der Lampe eine verschieden starke Beleuchtung der Schriftproben erzielt wurde.

Zwei sechzehnkerzige Glühlampen in Nebeneinanderschaltung erwiesen sich als Vorschaltwiderstand sehr brauchbar und eben passend.

Die Schriftzeichen an dem transparenten Schirm wurden aus schwarzem Papier ausgeschnitten und von rückwärts, das heißt an der dem Beobachter abgewendeten Seite angeklebt. Licht, das von außen, also nicht von der Lampe *a*, sondern durch Reflexion (von den Augen, Brillengläsern oder sonstigen Gegenständen) auf das transparente Papier fiel, konnte also die Schriftzeichen nicht beleuchten, die Beleuchtung derselben wurde allein von der Lampe (*a*) besorgt, und so ein Versuchsfehler vermieden. Denn wenn auch durch die unten näher zu schildernde Versuchsanordnung ein direktes Belichten des transparenten Papiers vermieden war, so war dennoch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß indirekt reflektiertes Licht zur vorderen Fläche gelangte. — R. DEPÈNE gibt in seinen „experimentellen Untersuchungen über den Einfluß seitlicher Blendung auf die zentrale Sehschärfe“ an, daß dieser Umstand ihn gehindert habe, seine Versuche bei geringer Lichtstärke auszuführen. Er schreibt: „Bei sehr geringer Beleuchtung konnte Verf. nicht arbeiten, weil die Zahlen dann durch das von der Brille und den Augen reflektierte Licht beleuchtet wurden“. Dies war bei meinem Apparate vermieden, da nur das durchfallende, nicht aber das auffallende Licht die Schriftproben sichtbar machen konnte.<sup>1</sup>

Damit der Untersuchte die Schriftzeichen nicht aus der Erinnerung angeben konnte, wurden diese mittels einer Steckvorrichtung aus Pappendeckel auswechselbar konstruiert. Nun sind aber verschiedene Buchstaben bekanntlich verschieden leicht oder schwer zu erkennen, und, um auch diesen Fehler zu ver-

---

<sup>1</sup> Dieses auffallende Licht konnte allerdings in geringem Grade die Deutlichkeit der Schriftproben herabsetzen, indem dieselben dann nicht mehr mit der Helligkeit =  $O$  auf dem Hintergrund mit der Helligkeit =  $H$  erschienen, sondern mit der Helligkeit  $O + h$  auf den Hintergrund  $H + h$ , wobei  $h$  dem reflektierten Lichte entspricht. Es wirkt dieses Licht also in demselben Sinne wie die Blendung. War die Blendung eine geringe, so war auch  $h$  sehr gering (in praxi vollkommen zu vernachlässigen), weil von der gleichen Lichtquelle verursacht. War aber die Blendung eine starke, so konnte man einen ganz geringen Fehler im Sinne einer Verstärkung der Blendung wohl mit in Kauf nehmen. Jedenfalls war dieser Fehler verschwindend klein im Vergleich zu anderen unvermeidlichen.



meiden, wählte ich nach den in die Rechnungen nicht einbezogenen Vorversuchen lieber verschieden gestellte Hakenzeichen ( $\Xi \sqcap$ ), die in gleicher Gröfse, aber verschiedener Anordnung auf die (auswechselbaren) Transparentscheiben aufgeklebt wurden. Die Anordnung der Hakenzeichen war folgende (vgl. Fig. 1 u. 2). Im horizontalen Durchmesser des Kreises befanden sich drei Hakenzeichen nebeneinander, über denselben ein gröfseres, darunter ein kleineres.

Die Lampe (a) wurde also immer soweit genähert, dafs die mittleren drei Zeichen kenntlich wurden, das unterste kleinere aber noch unkenntlich blieb. Das obere gröfsere hatte hauptsächlich den Zweck, mich zu veranlassen, die Lampe nur mehr langsam und vorsichtig zu nähern, sobald es dem Beobachter kenntlich geworden war.

Es war nicht leicht, die Zeichen bei der schwächsten Beleuchtung bereits rechtzeitig zu erkennen und anzugeben. MÜLLER-LYER<sup>1</sup>, der in seinen psychophysischen Untersuchungen unter ähnlichen Verhältnissen bei sehr geringer Beleuchtung arbeitet, schreibt den von AUBERT und S. EXNER schon früher beobachteten Phänomenen entsprechend:<sup>2</sup> „Es ist anfänglich schwierig, im völlig dunkeln Raum mit der Makula einen sehr lichtschwachen kleinen Punkt zu fixieren. Der Punkt scheint zunächst allerhand Sprünge, Zickzackbewegungen auszuführen, bald verschwindet er für einige Augenblicke gänzlich, bald eilt er wie eine Sternschnuppe mit gröfserer oder geringerer Geschwindigkeit von dannen, ohne dafs man sich irgendwie der Augenbewegungen dabei bewußt würde. Nach kurzer Übung hört jedoch dieses Spiel, welches mit einem unangenehmen Gefühl absoluter Unbeholfenheit verbunden ist, völlig auf. Man erlernt dann zunächst den Punkt mit der Peripherie scharf fixieren und ihn zur Ruhe zu zwingen. Alsdann kommt man zu einem ruhigen Fixieren mit der Makula, indem man von der peripheren Fixierung aus den Blick gleichsam so auf den Punkt wirft, wie man dies in einem erleuchteten Raum tut, wenn man einen peripher wahrgenommenen Gegenstand schnell möglichst deutlich sehen will. Es zeigt sich dann, wenn der Punkt licht-

<sup>1</sup> MÜLLER LYER: Psychologische Untersuchungen. *Du Bois-Reymonds Arch. f. Physiologie* 1889, Supplementband.

<sup>2</sup> Vgl. die Literatur hierüber bei S. EXNER: Über autokinetische Empfindungen. *Diese Zeitschr.* 12.

schwach ist, ein höchst ungewöhnliches Phänomen: der Punkt, den man mit der Peripherie deutlich wahrgenommen hat, verschwindet, sobald man ihn scharf mit der Makula fixiert.“ Die Makula ist im Vergleich zur Peripherie in gewissen Beziehungen unterempfindlich; eine Tatsache, die übrigens auch seit sehr langer Zeit bekannt ist.<sup>1</sup>

Ein ähnliches Verhalten konnte man auch bei meiner Versuchsanordnung wahrnehmen. Bei allzugroßer Entfernung der schwach leuchtenden Lampe (*a*) konnte man im verdunkelten Raum kaum ahnen, wo das erleuchtete kreisrunde Feld sich befand. Bei langsam ansteigender Beleuchtung wurde unser Blick endlich durch einen leisen Lichtschimmer auf den erhellten Kreis gelenkt. Die nächste Folge davon war, daß der Lichtschimmer für unser Auge nicht mehr wahrnehmbar war, um bald darauf wieder zu erscheinen. Bei weiter steigender Beleuchtung konnte man bald sehen, daß sich weniger erleuchtete Stellen auf der Kreisfläche befanden, ohne daß man noch eine Form der Schriftzeichen zu erkennen vermochte. Bald war es dann möglich das eine oder das andere derselben zu erkennen, aber kaum hatten wir es erkannt, entschwand es wieder vollkommen unseren Blicken, und während wir es zu fixieren trachteten, erkannten wir wieder ein anderes, dem wir unsere Aufmerksamkeit gar nicht zuwenden wollten. Es war dann eine nicht unbedeutende Näherung der Lampe (*a*) notwendig, damit wir sämtliche Schriftzeichen in voller Deutlichkeit nebeneinander wahrnehmen konnten.

Die Blendung wurde wie gesagt besorgt durch sechs kreisförmig um die Schriftproben angeordnete, mit voller Leuchtkraft brennende sechzehnkerzige Glühlampen (*b* der Fig. 3), welche durch ein Gehäuse aus starkem Pappendeckel (*p*) eingeschlossen waren und nicht direkt vom Beobachter gesehen werden konnten sondern transparentes Papier in Form eines Kreisringes um den die Schriftzeichen tragenden Kreis herum erleuchteten. Dadurch wollte ich vermeiden, daß durch unwillkürliches Fixieren einer der sechs Lampen ein Nachbild auf der Makula die Lichtempfindlichkeit derselben herabsetze.

---

<sup>1</sup> Vgl. S. EXNER: Über die zu einer Gesichtswahrnehmung nötigen Zeit. *Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wiss.* 58. 1868 und *Pflügers Archiv f. die ges. Physiologie* 1870, 3 S. 237.

Eine innen geschwärzte zylindrische Röhre (*r*) aus Kartonpapier verhinderte, daß Licht von den sechs Lampen (*b*) auf den inneren Kreis fallen konnte. Diese Röhre überragte der Sicherheit halber das Pappendeckelgehäuse (*p*) um einige Zentimeter nach vorne, störte aber in keiner Weise den Blick des von vorne beobachtenden Auges.

Der Untersuchte befand sich immer in einer Entfernung von drei Metern hinter einem schwarzen Schirm, in dem ein rundes Loch ausgeschnitten war, so daß ein Auge bequem hindurchblicken konnte. Anomalien der Refraktion wurden durch entsprechende Brillengläser ausgeglichen. Einige wenige Untersuchungen machte ich auch binokulär, das Ergebnis derselben unterschied sich nicht wesentlich von den anderen.

Die Untersuchung fand statt, nachdem sich der zu Untersuchende einigermaßen an die Dunkelheit adaptiert hatte. Eine vollkommene Adaptation schien mir deshalb nicht notwendig, weil dieselbe bei der unbedingt nötigen öfteren Wiederholung durch den verhältnismäßig hell erleuchteten Kreisring wieder unterbrochen würde. Versuche über den Einfluß vollkommenerer Adaptation ergaben, daß dieser im Verhältnis zu den anderen unvermeidlichen Fehlerquellen ein geringer war, so daß ich es vorzog, lieber eine größere Anzahl von Versuchen hintereinander zu machen und dann das Mittel zu nehmen, und so die Zeit nutzbringender zu verwenden als durch jedesmaliges längeres Warten. Dadurch daß diese Art zu untersuchen bei allen Untersuchten die gleiche blieb, und es sich ja nur um einen Vergleich der einzelnen Ergebnisse handelt, glaubte ich wohl auf eine vollkommene Adaptation verzichten zu dürfen.

Die Fehler und Ungenauigkeiten, die bei meinen Untersuchungen unvermeidlich waren, sind recht große und verschiedene, daher eine sichere Beobachtung und die richtige Angabe der Grenzwerte schwierig, wie sich ja aus obiger Schilderung wohl von selbst ergibt. Jeder der Untersuchten mußte erst im Laufe der Untersuchung lernen, bei geringster Beleuchtung die Schriftzeichen zu erkennen und anzugeben. An die Aufmerksamkeit und Ausdauer der Untersuchten (eine Versuchsreihe dauerte eine halbe bis über eine Stunde) wurden nicht geringe Anforderungen gestellt. Es wird uns also nicht Wunder nehmen, wenn in der Regel die ersten Resultate vollkommen



unbrauchbar und die folgenden ebenfalls bedeutenden Schwankungen unterworfen waren.

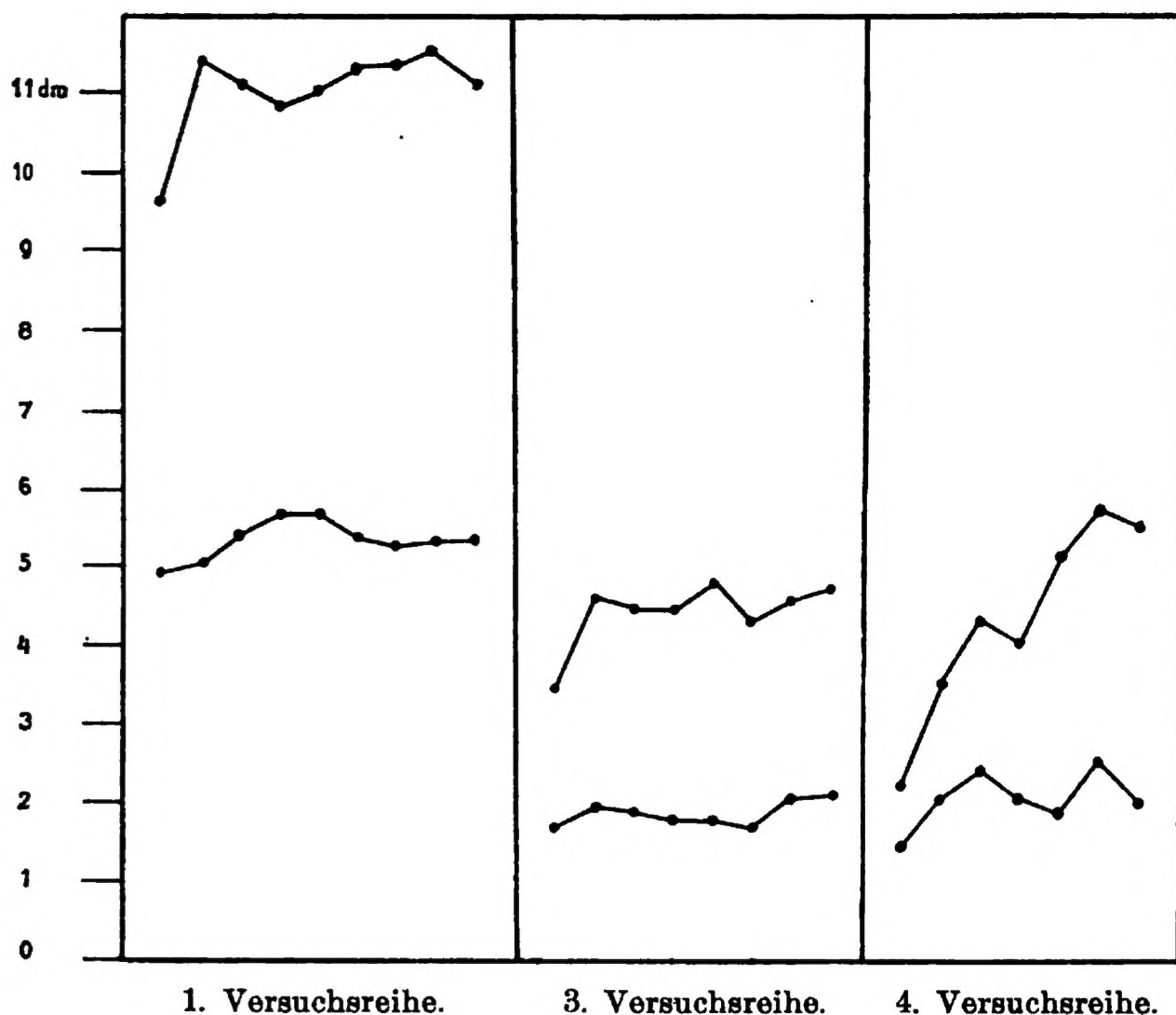


Fig. 4.

Die Kurven, die durch Verbindung der Resultate bei graphischer Darstellung (die Koordinate entspricht der Entfernung der Lampe ( $a$ ) von den Schriftproben in Dezimetern) einer Versuchsreihe entstanden, waren meist anfangs rasch ansteigend, dann ziemlich schwankend. Nur bei Untersuchten, die gewohnt waren, derartige Beobachtungen zu machen, näherte sich die Kurve einer Geraden. In Figur 4 sind einzelne dieser Kurven wiedergegeben. Jeder Versuchsreihe entsprechen zwei Kurven. Die obere stellt die verschiedenen Resultate für die Entfernung  $M$  dar, die untere für die Entfernung  $N$ .

Nach Abschluß jeder Versuchsreihe wurde aus den für  $M$  sowie auch aus den für  $N$  gefundenen Werten das Mittel berechnet, und dieses in der Tabelle eingetragen. Als Maß für

den Grad der Sehstörung durch die Blendung dienen die unter  $\frac{\Sigma(M)}{\Sigma N}$  angegebenen Zahlen.<sup>1</sup> Außerdem ist in dieser Tabelle noch das Alter des Untersuchten, sowie die Sehschärfe und die Refraktion des betreffenden Auges verzeichnet. Bei der Versuchsreihe Nr. 11 ist in der Tabelle nur der Wert 1,5 für  $M$

### Tabellarische Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

Fort- laufende Nummer der Ver- suchs- reihe	Alter der Person	Das zur Korrektion der Ametropie verwendete sphärische Glas  in Dioptr.	Seh- schärfe nach dieser Kor- rektion	Mittlere Entfernung der Lampe $a$ ohne Blendung ( $M$ )  in dm	mit Blendung ( $N$ )	$\frac{\Sigma M}{\Sigma N}$
1	21	0	$\frac{6}{4}$	11,0	5,2	2,1
2	20	0	$\frac{6}{4}$	11,1	5,4	2,1
3	21	—3,5	$\frac{6}{12}$	4,6	1,9	2,4
4	21	—5,5	$\frac{6}{18}$	4,9	2,2	2,3
5	12	0	$\frac{6}{6}$	8,3	4,3	1,9
6	12	0	$\frac{6}{8}$	10,3	4,4	2,4
7	22	+0,5	$\frac{6}{4}$	9,9	4,6	2,2
8	22	+0,5	$\frac{6}{4}$	12,0	5,6	2,1
9	54	—0,75	$\frac{6}{6}$	4,7	2,2	2,1
10	20	—4,5	$\frac{6}{6}$	6,7	3,4	2,0
11	60	+2,75	$\frac{6}{8}$	1,5	—	2,0
12	21	—3,5	$\frac{6}{15}$	8,9	3,6	2,5

angegeben, für  $N$  aber ist der Raum freigelassen. Dies hatte seinen Grund darin, daß ein Näherschieben der Lampe bis zu der für diesen Fall erforderlichen Lichtstärke bei Blendung nicht mehr möglich war. Ich habe daher in diesem einen Fall

<sup>1</sup> Anstatt den Mittelwert von  $M$  durch den Mittelwert  $N$  zu dividieren, zog ich es vor, die Summe aller  $M$  resp.  $N$  dieser Rechnung zu unterziehen, also  $\frac{\Sigma(M)}{\Sigma(N)}$  statt  $\frac{M}{N}$  zu berechnen. Ersterer Bruch ist der genauere, indem bei diesem eine Korrektur der Dezimalen erst beim Resultat vorgenommen wurde.

eine stärker leuchtende Lampe verwendet. Die dadurch größer gewordenen Entfernungen  $M$  und  $N$  durfte ich aber nicht in die Tabelle eintragen, weil sie einen Vergleich mit den anderen Versuchsreihen nicht gestatten. Wohl aber konnte ich  $\frac{\Sigma(M)}{\Sigma(N)}$  aus den Ergebnissen dieses Versuches berechnen und eintragen.

Vergleichen wir nun in der Tabelle die Resultate für  $\frac{\Sigma(M)}{\Sigma(N)}$ , welche Größe uns wie oben erwähnt, die Verschlechterung der Sehschärfe durch die Blendung ergibt, so sehen wir, daß dieselben nur geringen Schwankungen unterworfen sind (1,9—2,5).

Obwohl die Untersuchten in den verschiedensten Altersstufen (12—60 Jahren), von verschiedener Refraktion (+ 2,75 bis — 5,5) und Sehschärfe ( $\frac{6}{4}$ — $\frac{6}{18}$ ) waren, bleibt das Resultat näherungsweise das gleiche, so daß ein Einfluß dieser Umstände auf den Grad der Blendung keineswegs wahrgenommen werden konnte.

Vergleichen wir dagegen die großen Unterschiede in den absoluten Beleuchtungsstärken ( $M$  und  $N$ )! Die Entfernung der Lampe betrug einmal 12,0 cm, ein anderesmal 1,5 cm unter sonst gleichen Verhältnissen, dies ergibt in dem letzteren Falle, da die Beleuchtungsstärke dem Quadrat der Entfernung umgekehrt proportional ist, eine vierundsechszigmal so starke Beleuchtung wie im ersteren Falle. Im Vergleich zu diesem sehr bedeutenden anscheinend mit dem Lebensalter zusammenhängenden individuellen Unterschieden, muß man wohl sagen, daß die sub  $\frac{\Sigma M}{\Sigma N}$  angegebenen Schwankungen äußerst geringfügige und unbedeutende sind.

Wenn wir uns nun fragen, woher die eingangs erwähnte vielfach beobachtete Tatsache kommen mag, daß verschiedene Personen von der Blendung verschieden stark beeinflusst werden, so müssen wir den Versuchsergebnissen entsprechend wohl behaupten, daß der Grund dafür nicht in der verschieden starken Wirkung der Blendung im Sinne einer Verschlechterung der Sehschärfe liegt. Wohl aber wäre folgender Fall denkbar: Zwei Personen sehen ein schwach beleuchtetes Objekt gut und deutlich, bei einer von den beiden aber ist dasselbe näher an der Grenze der Wahrnehmbarkeit als bei der anderen. Tritt nun eine ebenfalls für beide Personen gleich starke Blendung hinzu,



so muß wohl bei der ersteren das Objekt früher verschwinden als bei der anderen.

Es liegt demnach die Ursache der verschiedenen Wirkung der Blendung hauptsächlich, wenn nicht ausschließlich in der verschiedenen Lage der Schwelle für Unterschiedsempfindung bei verschiedenen Individuen, nicht aber in einem verschieden stark verschleiernnden Einfluß der Blendung.

Es ist, wohl als selbstverständlich vor auszusehen, daß bei Trübungen der optischen Medien, sei es der Cornea, Linse oder des Glaskörpers, sei es daß nur Schleimflocken auf der Hornhaut liegen, der Einfluß der Blendung ein gesteigerter sein muß.

Untersuchungen darüber, sowie über die verschiedenen Ursachen der Blendung habe ich zum Teile bereits unternommen, zum Teile werde ich sie noch ausführen.

*(Eingegangen am 10. Oktober 1903.)*

---