

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

## Wird die Lichtempfindlichkeit eines Auges durch gleichzeitige Lichtreizung des anderen Auges verändert? <sup>1</sup>

Von

Dr. GÉZA RÉVÉSZ.

(Mit 1 Figur.)

Die Untersuchungen, die man zur Ermittlung der Reizschwelle für das dunkeladaptierte Auge angestellt hat, haben ergeben, daß die absolute Schwelle als eine variable Größe aufzufassen ist, die je nach dem Erregbarkeitszustande des Sehorgans, der Beschaffenheit des Reizlichtes und der getroffenen Netzhautstelle verschieden ist.

Man hat ferner gefunden, daß die bei dem Aufenthalt im Dunkeln sich abspielende Empfindlichkeitssteigerung einen ganz bestimmten, für die einzelne Person nahezu konstanten, bei verschiedenen Personen einigermaßen verschiedenen Verlauf hat, wie er sich in den zuerst von PIPER <sup>2</sup> in exakter Weise gewonnenen „Adaptationskurven“ veranschaulichen läßt. Nach vorausgegangener guter Helladaptation steigt beim Eintritt in einen völlig dunklen Raum die Empfindlichkeit in den ersten 8—10 Minuten sehr wenig, in der darauf folgenden Viertelstunde aber sehr schnell, dann wieder allmählich langsamer, bis nach <sup>3</sup>/<sub>4</sub> bis 1 Stunde Dunkelaufenthalt ein Zustand erreicht ist, in dem

---

<sup>1</sup> Die Untersuchung wurde im Frühling 1904 abgeschlossen. Äußere Umstände verzögerten die Drucklegung.

<sup>2</sup> Diese Zeitschrift 31, S. 207 ff.

die Empfindlichkeit nur noch sehr wenig, im Laufe einer Stunde z. B. kaum merklich weiter steigt.

Was das Zusammenarbeiten der beiden Augen im Zustande der Dunkeladaptation betrifft, so ist durch PIPERS Mitteilung<sup>1</sup> die Tatsache sichergestellt, daß im Zustande vorgeschrittener Dunkeladaptation sich die Erregungswirkungen, die in den beiden Netzhäuten erzielt werden, in der Weise addieren, daß ein Lichtreiz, der von beiden Augen zugleich perzipiert wird, deutlich stärkere Lichtempfindung hervorruft, als ein objektiv gleichstarker Lichtreiz, der nur ein Auge trifft. Im Zustande der Helladaptation ist dies ja bekanntlich nicht der Fall.

Auch wenn man vergleichend die Empfindlichkeit eines Auges und des Augenpaares an den Schwellenwerten prüft, ergibt sich dasselbe Resultat: Addition der Erregungswirkung nur bei dunkeladaptierten Augen.

Eine Wechselbeziehung zwischen beiden Augen in dem Sinne, daß die Empfindlichkeit des einen gut dunkeladaptierten Auges von dem jeweiligen Adaptationszustand des anderen Auges bestimmt würde, konnte weder Prof. NAGEL (in älteren, nicht publizierten Versuchen) noch PIPER (l. c.) feststellen, vielmehr erwies sich die Lichtempfindlichkeit eines Dunkelauges als völlig unabhängig von dem Adaptationszustande des anderen Auges.

Hiermit steht in gutem Einklang die nach allen gut beglaubigten Nachrichten zu recht bestehende Unabhängigkeit der Sehpurpurbleichung in beiden Augen. Ein Auge kann maximalen Purpurgehalt haben, das andere gleichzeitig purpurfrei sein, sofern nur das erstere vor Licht gut geschützt, das letztere stark belichtet war. Die Beziehungen zwischen der Lichtempfindlichkeit des Auges und dem Vorhandensein, bzw. der angehäuften Menge von Sehpurpur in der Netzhaut, die jetzt fast allgemein angenommen werden, sind zu bekannt, als daß es hier mehr als eines kurzen Hinweises auf sie bedürfte.

Andererseits sind nun aber doch auch Wechselbeziehungen zwischen den beiden Netzhäuten beschrieben worden, die an der Bedeutungslosigkeit des Adaptationszustandes des einen Auges für die Funktion des anderen Auges einigen Zweifel zu erwecken geeignet sind; ich meine die von ENGELMANN<sup>2</sup> und seinen

<sup>1</sup> Diese Zeitschrift 32, S. 161.

<sup>2</sup> Graefes Arch. für Ophtalm. 33. Abt. 3 und Pflügers Arch. 35. S. 418.

Schülern beschriebenen Bewegungserscheinungen von Netzhautpigment und den Zapfen, die in beiden Augen eintreten sollen, auch wenn nur ein Auge belichtet bzw. verdunkelt wird. Bezüglich des Netzhautpigments ist dieser Angabe freilich von A. E. FICK<sup>1</sup> widersprochen worden, und es ist zurzeit wohl in der Tat nicht hinlänglich sicher gestellt, ob nicht die von ENGELMANN gefundenen Reizübertragungen auf das andere Auge nur scheinbare sind, bedingt durch das Licht, welches (beim Frosch) selbst in ein lichtdicht bedecktes Auge von der Rückseite her, also durch das Kopfskelett hindurch, eindringen kann.<sup>2</sup>

Näher auf diese Frage einzugehen, erübrigt sich hier um so mehr, als die Pigmentverschiebungen (die man noch am ehesten mit den adaptiven Erregbarkeitsschwankungen in Beziehung setzen möchte) bei Säugetieren bis jetzt bekanntlich immer vergeblich gesucht worden sind, und wir also auch recht wenig Grund haben, analoge Prozesse in der menschlichen Netzhaut anzunehmen.

Bei den oben erwähnten Versuchen von NAGEL und PIPER über die Bedeutung des Adaptationszustandes eines Auges für die Erregbarkeit des anderen Auges war die Versuchsanordnung stets eine solche gewesen, daß nur mit einem Auge (wir können es „Beobachtungsaug“ nennen) beobachtet und die Reizschwelle bestimmt wurde, während das andere Auge vor der Schwellenbestimmung in einen bestimmten Adaptationszustand gebracht, bei der Beobachtung aber verdeckt gehalten wurde. War es vorher gut helladaptiert, so begann in ihm natürlich von dem Augenblick des Verschlusses an der Prozefs der Dunkeladaptation.

Ergaben diese Versuche nun auch ein klares und eindeutiges Resultat, so konnten sie über die weitere Frage doch keinen Aufschluß geben, wie sich die Schwellenbestimmungen

<sup>1</sup> *Graefes Arch. f. Ophthalm.* 37 (2), S. 1 ff. und *Viertelsschr. d. Naturforsch. Ges. Zürich.* 1895.

<sup>2</sup> Die Bewegungen des Pigments und namentlich der Zapfen werden bekanntlich auch durch die langwelligen Strahlen ausgelöst, während diese auf den Sehpurpur keine oder doch fast keine Wirkung haben. Was durchblutete tierische Gewebe in einigermaßen dicken Schichten durchlassen, sind natürlich nur langwellige Strahlen. Dadurch würde es sich erklären, warum man durch lichtdicke Bedeckung eines Auges beim Frosch unter Bestrahlung der anderen Kopfhälfte jenes erstere Auge wohl vor der Sehpurpurbleichung schützen kann, daß aber die Bewegungsreaktionen in der Netzhaut trotzdem auftreten können.

für ein Auge stellen, wenn gleichzeitig das andere Auge („Reizauge“) von bestimmt dosierten Lichtreizen getroffen wird.

Da die nicht zahlreichen bisher veröffentlichten Untersuchungen über diese Frage<sup>1</sup> wenig befriedigen können, ihre Resultate sich auch widersprechen, folgte ich gerne dem Vorschlage des Herrn Professor NAGEL, derartige Versuche systematisch anzustellen. Der von PIPER zu seinem Schwellenbestimmungen benützte Apparat bot die Gelegenheit, in einer sehr einfachen Weise die Schwellenbestimmungen an mehreren Personen unter vergleichbaren Umständen auszuführen und die gefundene Reizschwelle zahlenmäßig auszudrücken. Es bedurfte nur einer Modifikation der PIPERSchen Versuchsanordnung, um dieselbe für meine Zwecke tauglich zu machen.

### Versuchsanordnung.

Die Versuchsanordnung, die sich nach mehrfachen Versuchen als die geeignetste erwies, war die folgende: Den beiden Augen wurden getrennte, unabhängig voneinander abstufbare Lichtreize zugeführt. Das Auge für das der Schwellenwert jeweils bestimmt werden sollte („Beobachtungsauge“) blickte in den „Hauptapparat“, das andere, welchem die überschwelligen Reize zugeführt wurden („Reizauge“), blickte in den „Nebenapparat“.

Beide waren nach ganz ähnlichem Prinzip gebaut. Der Hauptapparat war der schon von PIPER zur Bestimmung der Reizschwellen benutzte. Wegen der Einzelheiten seines Baues und der Berechnung der Empfindlichkeitswerte vgl. die zitierte Arbeit von PIPER.

Hier möge nur daran erinnert werden, daß eine Milchglascheibe, auf die das Beobachtungsauge hinblickte, von der Rückseite her mit Licht beleuchtet wurde, dessen Intensität sich von einem gegebenen Maximalwert leicht auf den 10 000sten Teil vermindern und hinreichend genau und schnell bestimmen liefs. Unmittelbar neben diesem Apparat befand sich ein zweiter, von dem ersten lichtdicht getrennter Apparat, der im ganzen ähnlich gebaut war, jedoch keine so ausgiebige Variierung der Reizintensität zuliefs, wie der Hauptapparat.

<sup>1</sup> CHARPENTIER: La lumière et les couleurs. Paris 1888. Kap. VI. Auch TITCHENER in *Wundts Studien* 8 geht darauf kurz ein. Ferner noch TREITEL in *Graefes Arch. f. Ophtalm.* 33, S. 73.

Durch geeignete Diaphragmen wurden die den beiden Augen dargebotenen hellen Flächen so begrenzt, daß quadratische Felder von 6 cm, bzw. in anderen Versuchen 10 cm Seitenlänge sichtbar blieben. Brachte der Beobachter die Mitte seiner Stirn (bei durch Kinnstütze unterstütztem Kopf) an die senkrechte Scheidewand zwischen Haupt- und Nebenapparat, so erblickte das linke Auge das leuchtende Feld des Hauptapparats, das rechte das des Nebenapparates.

Der Abstand der Augen von den beiden leuchtenden Feldern betrug 30 cm. Die Felder selbst waren so weit voneinander entfernt, daß sie bei Primärstellung der Augen sich auf nicht identischen Netzhautstellen abbildeten, und es einer starken Divergenz der Blicklinien bedurft hätte, um sie binokular zu verschmelzen.

Die Lichtquelle des Hauptapparates befand sich in einem vom Beobachtungsraum lichtdicht getrennten Nebenraum, in dem ein Gehilfe die Einstellung und Ablesung der Blendenweiten besorgte, die für die Feststellung der Schwellenwerte maßgebend waren.

Da bei den gegebenen Verhältnissen die leuchtenden Flächen von 6 bzw. 10 cm unter dem Gesichtswinkel von etwa  $11,5^\circ$  bzw.  $19^\circ$  erschienen, wurden in dem Beobachtungsauge weit über den fovealen Bezirk hinausgehende Flächen getroffen, allerdings nicht die Stellen maximaler Empfindlichkeit, die nach den Erfahrungen von v. KRIES (*diese Zeitschrift* 15) bei einer Exzentrizität von 10 bis  $18^\circ$  liegen. Indessen kam es hierauf auch bei meinen Versuchen nicht an, sondern auf möglichst konstante Bedingungen; die Konstanz der gefundenen Werte sprach denn auch dafür, daß dieser Zweck erreicht wurde.

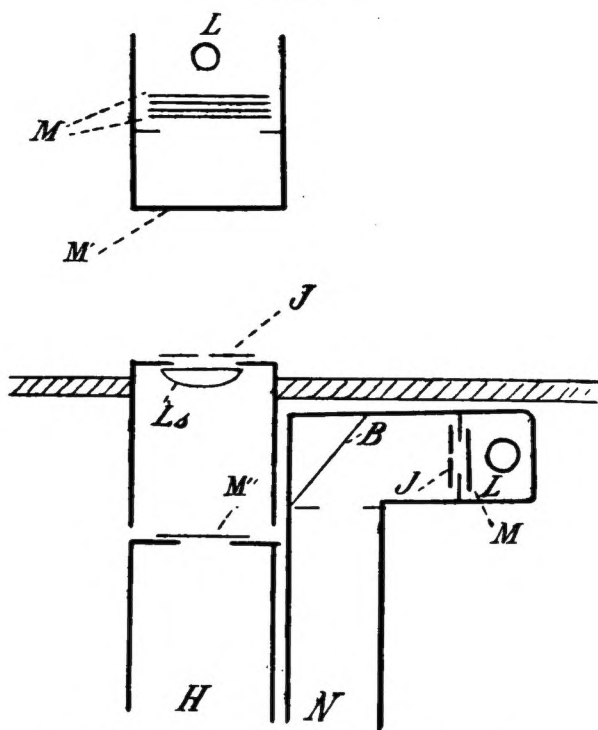
Die Skizze (Fig. 1), welche die Versuchsanordnung veranschaulicht, ist hiernach ohne weiteres verständlich.

Die Empfindlichkeitswerte sind in den Tabellen nach dem gleichen Prinzip wie in PIPERS Untersuchungen eingetragen, d. h. als reziproke Werte des Quadrats des jeweiligen Blendendurchmessers, der dem Schwellenwert entspricht. Die aus den gegebenen Zahlen sich ergebenden Werte sind mit  $10^6$  multipliziert, um ganze Zahlen zu erhalten, stellen also nur Verhältniszahlen dar.

In Tabelle I enthält die erste Kolumne die Dauer der

Dunkeladaptation in Minuten; bei den weiteren Tabellen ist stets maximale Dunkeladaptation vorausgesetzt.

Fig. 1.



Schema der Versuchsanordnung.

*H* Hauptapparat, *N* Nebenapparat, *LL* Lichtquellen (Glühlampen), *MM* Milchglasscheiben, *JJ* Irisblenden, *Ls* Linse, die das Bild der Milchglasscheibe *M'* auf der Milchglasscheibe *M''* entwirft, *B* Barytpapier.

Bei denjenigen Versuchen, in denen das rechte Auge während der Beobachtung mit dem linken gereizt wurde, ist die Intensität dieser Reizung durch die Größe des Blendendurchmessers im Nebenapparat angegeben. Zu beachten ist dabei, daß diese Reizung bei Blendendurchmesser 0,5 mm wenig überschwellig war, bei Blendendurchmesser 30 mm 3600 mal größer.

### Fehlerquellen.

Wie bei allen Schwellenbestimmungen bringen auch hier verschiedene Umstände Unsicherheiten in die gefundenen Werte, die aber, wie sich aus den unten folgenden Zahlenangaben er-

geben wird, die Klarheit des Endresultats nicht trüben konnten. Schon bei den einfachen Schwellenbestimmungen am dunkeladaptierten Auge ohne Reizung des anderen Auges findet man, daß die Beobachtung durch subjektive Lichterscheinungen, die in der Regel in Form von Lichtwolken durchs Gesichtsfeld ziehen, vorübergehend sowohl subjektiv wie objektiv unsicher gemacht werden können. Die subjektive Unsicherheit geht so weit, daß während eines solchen Stadiums keine auch nur einigermaßen befriedigende Beobachtung gemacht werden kann. Man muß einfach abwarten, bis wieder Ruhe im Gesichtsfeld eintritt.

Je nachdem man die Schwelle absteigend von größeren Reizintensitäten, oder aufsteigend von kleineren erreicht, erhält man bekanntlich etwas verschiedene Ergebnisse. Wir verfahren, wie es auch bei den PIPERSchen Versuchen der Fall war, so, daß zwischen über- und unterschwelligen Werten gewechselt wurde und so das Grenzgebiet, in dem die Schwelle liegen mußte, nach Möglichkeit eingeengt wurde. Zum Schutz vor Irrtümern wurde öfters bei einem angeblich eben noch überschwelligen bzw. unterschwelligen Reiz das Reizlicht durch den Gehilfen abgeblendet, und dann festgestellt, ob diese Abblendung vom Beobachter erkannt werden konnte („Nullversuche“).

Eine wichtige Fehlerquelle konnte in der wechselnden Pupillenweite liegen. Wirkt auf das Reizauge ein nicht allzuschwaches Licht, so mußte sich nicht nur seine Pupille, sondern konsensuell auch die des Beobachtungsauges verengern. Tatsächlich ist indessen der Einfluß dieses Faktors sehr unbedeutend, da erstens die Lichtreize für das Reizauge nicht so starke waren, daß eine bedeutende Pupillenverengung eintrat, und daß zweitens die Schwellenbestimmung niemals sofort nach dem ersten Einfall des Reizlichtes in das Reizauge vorgenommen werden konnte, sondern jedesmal einige Minuten vergingen, ehe die Schwellenbestimmung abgeschlossen werden konnte. Inzwischen hatte nach bekannten Erfahrungen die Pupille Zeit, sich wieder auf einen nur wenig schwankenden Durchschnittswert einzustellen. Der direkte Beweis für die Bedeutungslosigkeit der wechselnden Pupillenweite ließ sich dadurch erbringen, daß das Endresultat das gleiche blieb, auch wenn die Iris des Beobachtungsauges durch Homatropin gelähmt war.



## Versuche.

Ich ging nun in der Weise vor, daß zuerst für jede Versuchsperson, auch für mich, der charakteristische Verlauf des Adaptationsprozesses, gemessen an der Empfindlichkeitsschwelle, bestimmt wurde. Die Hauptversuche wurden im Zustande „maximaler“ Dunkeladaptation angestellt, wobei ich unter dieser Bezeichnung jenen Grad von Dunkeladaptation verstehe, der nach etwa 45 Minuten Dunkelaufenthalt erreicht wird, und sich im Laufe der nächsten Stunden nur noch sehr wenig verändert. Tritt man nach längerem Aufenthalt in mäßig hellem Zimmer in den Dunkelraum, so wird jenes Stadium schon in etwa 30 Minuten erreicht.

Wenn für das linke Auge die Schwelle bestimmt war, bei dunkelgehaltenem rechten Auge, wurde diese Schwellenbestimmung wiederholt, indem gleichzeitig das rechte Auge mit einer bestimmten Lichtintensität gereizt wurde.<sup>1</sup>

Die Resultate sind aus den Tabellen I—XI zu ersehen.

Tabelle I gibt zunächst für mich den Verlauf des Adaptationsprozesses bei binokularer Beobachtung. Bezüglich der „Empfindlichkeitswerte“ möge nochmals daran erinnert werden, daß es sich um Werte handelt, die, wie seiner Zeit bei PIPER, in einer willkürlichen Einheit ausgedrückt sind. Nur ihr gegenseitiges Verhältnis hat Bedeutung. Die Empfindlichkeit steigt innerhalb 45 Minuten etwa auf den 4000fachen Wert. Unmittelbar an diese Beobachtungen schloß sich nun die darunter angeführten, bei denen nur mit einem Auge beobachtet wurde. Dadurch sinkt, wie durch PIPER nachgewiesen wurde, der Empfindlichkeitswert beträchtlich. Ein weiterer Anstieg der Empfindlichkeit bei Fortdauer der Versuche ist hier wie in den meisten anderen Tabellen kaum angedeutet.

Von der 50. Beobachtungsminute an sind die Empfindlichkeitswerte in zwei Kolumnen angeordnet, deren erste die Schwellenbestimmungen bei dunkelgehaltenem rechtem Auge angibt, während

<sup>1</sup> Diese Intensität vermag ich nicht in absolutem Maße anzugeben, sondern nur in Werten der Blendenweite. Da aber, wie oben erwähnt, der Wert 0,5 mm Blendenweite der weißen Fläche *B* eine nur wenig über der Schwelle (des dunkeladaptierten Auges) liegende Helligkeit gibt, kann man sich von den übrigen Werten leicht eine Vorstellung machen, da die Helligkeiten proportional dem Quadrat der Blendenweite wachsen.



Tabelle I.

Dauer der Dunkeladaptation in Minuten	Empfindlichkeitswert bei binokularer Beobachtung		
0	9,5		
2	12,0		
4	21,4		
6	53,2		
9	641		
10	896		
11	1823		
14	7692		
17	9071		
20	17777		
22	21645		
26	26042		
28	27777		
32	31565		
38	31888		
41	33088		
43	38465		
45	38465		
Monokulare Empfindlichkeitswerte			
	ohne	mit	bei
	Reizung		
50	22988	26042	0,5
60	33058	28723	
64	23697	26042	
69	27777	27777	
81	33058	23697	10
86	22988	30779	
93	33058	30779	
108	26042	29762	20
114	30779	28723	
120	26042	27777	
128	26874	26042	30
130	24413	23697	
132	28723	26874	

Tabelle II—VII.

Hr. Dr. ANGIER		Hr. Dr. ELISCHER		Hr. Dr. RÉVÉSZ		Hr. Dr. PIPER		Hr. Dr. MARGALIT		Hr. Dr. LEVY	
ohne	mit	bei	Reizung		bei	Reizung		bei	Reizung		bei
			ohne	mit		ohne	mit		ohne	mit	
23 697	23 697		17 777	18 765		19 305	19 305		21 645	27 777	
23 697	21 000	0,5	17 777	19 305	0,5	20 405	19 305	0,5	21 645	27 777	0,5
21 645	21 645		18 765	18 765		20 405	19 305		31 865	26 042	
23 697	18 280		19 305	19 305		20 405	20 405		30 779	27 777	
27 777	23 697	10	17 777	17 777	10	19 334	19 334	10	34 293	33 058	10
27 777	21 645		19 305	20 405		17 777	17 777		33 058	36 982	
21 645	21 645		18 280	16 436		21 000	17 777		48 382	40 000	
27 777	26 042	20	17 777	17 777	20	18 765	18 280	20	33 058	33 058	20
27 777	28 723		18 765	19 872		20 405	20 405		33 058	33 058	
			19 305	16 436							
33 058	28 723		17 313	16 436		20 405	17 313		38 461	36 982	
30 779	27 777	30	19 305	17 313	30	18 765	17 777	30	33 058	33 058	30
31 865	27 777		18 765	17 313		17 777	17 777		33 058	29 762	
			18 765	18 280							

MONOKULARE EMPFINDLICHKEITSWERTE.

Tabelle VIII—XI.

Hr. Dr. ANGIER			Hr. Dr. Révész			Hr. Dr. FEILCHENFELD			Hr. Dr. SCHARFER		
Reizung			Reizung			Reizung			Reizung		
ohne	mit	bei	ohne	mit	bei	ohne	mit	bei	ohne	mit	bei
27 777	27 777		18 280	18 765		17 777	15 625		12 624	13 950	
26 042	26 874	0,5	18 280	18 280	0,5	15 625	17 777	0,5	13 950	13 950	0,5
24 413	25 195		19 834	18 280		13 950	15 625		12 346	13 950	
27 777	26 874		18 280	18 280		17 777	17 777		11 080	11 080	10
25 195	25 195	10	18 765	16 436	10	17 777	17 777	10	11 080	11 080	
24 413	21 000		18 280	18 280		17 777	13 950		12 346	13 950	
23 697	24 413		18 280	18 280		15 625	15 625		11 565	13 950	
27 777	26 042	20	19 305	19 305	20	15 625	12 346	20	12 346	12 346	20
25 195	25 195		19 305	18 280		12 346	14 516		12 346	12 642	
28 723	29 762		18 280	19 834		13 950	13 950		11 565	12 346	
25 195	23 697	30	18 280	18 280	30	12 346	11 080	30	12 346	11 080	30
26 874	26 042		18 765	17 777		12 346	12 346		11 565	12 913	

## MONOKULARE EMPFINDLICHKEITSWERTE.

die zweite die unmittelbar danach vorgenommenen Schwellenbestimmungen bei gleichzeitiger Reizung des rechten Auges angibt. (Die Schwellenwerte beziehen sich immer auf das linke Auge.) Die Intensität dieser Reizung ist um so gröfser, je gröfser die in der letzten (vierten) Kolumne stehende Zahl ist, und zwar, wie oben erwähnt, proportional dem Quadrat dieser Zahlen, da diese in Millimetern den Durchmesser der von der Irisblende im „Nebenapparat“ freigegebenen leuchtenden Milchglasscheibe angeben.

Die Tabellen II—XI sind nach dem gleichen Prinzip angeordnet, nur ist bei ihnen der erste Teil der Tabelle I — Gang der Adaptation bis zur 45. Minute — weggelassen worden, also die Versuche erst nach 45 Minuten Dunkelaufenthalt begonnen worden. Es sind hier die zeitlich aufeinander folgenden Bestimmungen an einer Reihe von Versuchspersonen angeführt, die in derartigen Beobachtungen hinreichende Übung gewonnen hatten.

### Ergebnis.

Bei Betrachtung dieser Tabellen sieht man sogleich das wesentliche Ergebnis klar hervortreten: Die an dem einen Auge bestimmten Schwellenwerte werden durch gleichzeitig, d. h. während der Schwellenbestimmung einwirkende Lichtreize im anderen Auge nicht in einer gesetzmässigen Weise geändert.

In einzelnen Fällen ist ja wohl der Schwellenwert des „Beobachtungsauges“ bei gleichzeitigem Lichteinfall in das „Reizauge“ etwas erhöht, in anderen Fällen aber tritt das umgekehrte ein. Diese Schwankungen können nicht überraschen, wenn man weifs, wie stabil diese Schwellen am Auge wie an allen Sinnesorganen überhaupt sind, wie kleine accessorische Reize und Störungen irgendwelcher Art die Schwelle oft ganz plötzlich in die Höhe schnellen lassen. So ist denn auch der Lichteinfall in das Reizauge eine Quelle solcher momentaner Störung, die zuweilen, aber nicht regelmässig den Schwellenwert hinauftreiben kann. Namentlich bei Versuchspersonen, die zum ersten Male diesen Versuchen unterworfen werden, tritt eine solche Verschiebung oft in recht beträchtlichem Mafse ein. Aber schon nach wenigen Versuchen läfst die Störung ganz bedeutend nach und verschwindet, wie

die mitgeteilten Versuchsreihen zeigen, bald so weit, daß man sie oft überhaupt nicht mehr nachweisen kann.<sup>1</sup>

Von einer gesetzmäßigen Beziehung zwischen dem Erregungszustand beider Augen kann unter diesen Umständen natürlich nicht die Rede sein.

---

Herrn Prof. Dr. W. A. NAGEL in Berlin spreche ich meinen besten Dank für die mannigfachen Anregungen, die er mir zu teil werden liefs, aus. Außerdem will ich es nicht unterlassen Herrn Assistenten Dr. PIPER auch an dieser Stelle meinen Dank für seine liebenswürdige Unterstützung auszusprechen. Auch allen den Herren, welche die Güte hatten, mir bei meinen höchst anstrengenden Versuchen als Versuchspersonen zu dienen, danke ich verbindlichst.

---

<sup>1</sup> Bei einigen Versuchsreihen war ich, noch bevor das Adaptationsmaximum erreicht war, bemüht, Schwellenbestimmungen der oben beschriebenen Art anzustellen und es ergab sich, daß der Gang der Adaptation des „Beobachtungsauges“ trotz der fortwährenden Reizung des Reizauges nicht gestört wurde, vielmehr denselben ansteigenden Verlauf nahm, wie wir ihn ohne Reizung konstatiert hatten.

*(Eingegangen am 5. Februar 1905.)*

---