

**ZEITSCHRIFT**  
FÜR  
**B I O L O G I E**

VON

**W. KÜHNE,            UND            O. VOIT,**

**O. Ö. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN HEIDELBERG,            O. Ö. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN MÜNCHEN.**

---

**NEUE FOLGE: ELFTER BAND.**  
**DER GANZEN REIHE: NEUNUNDZWANZIGSTER BAND.**



**MÜNCHEN UND LEIPZIG 1892.**  
**DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.**

## Inhalt.

	Seite
Erfahrungen über Albumosen und Peptone. Von W. Kühne . . . . .	1
Ueber die Entwicklung der motorischen Nervenendigung. Von Dr. Carl Mays. (Mit Tafel I und II) . . . . .	41
Ueber die Folgen der Pankreasextirpation beim Hund. Von Dr. med. Wilh. Sandmeyer, Privatdocenten an der Universität Marburg. Aus dem physiologischen Institut zu Marburg . . . . .	86
Zur Frage nach der Bedeutung des Asparagins als Nahrungstoff. Von Dr. S. Gabriel. Mittheilung aus dem thierchemischen Institut der Uni- versität Breslau . . . . .	115
Bemerkung zu der Mittheilung von Dr. S. Gabriel. Von Karl Voit . .	125
Ueber den Stoffwechsel bei Diabetes mellitus. Von Dr. Fritz Voit. Aus dem physiologischen Institute zu München . . . . .	129
Ueber das Verhalten der Galactose beim Diabetiker. Von Dr. Fritz Voit. Aus dem physiologischen Institut zu München . . . . .	147
Die Eiweisszersetzung beim Menschen während der ersten Hungertage. Von Dr. W. Prausnitz. Aus dem physiologischen Institute zu München .	151
Die Abstammung des beim Phlorhizindiabetes ausgeschiedenen Zuckers. Von Dr. W. Prausnitz. Aus dem physiologischen Institute der Universität München . . . . .	168
Phlorhizindiabetes beim Frosche. Von Max Cremer. Aus dem physio- logischen Institut zu München . . . . .	175
Ueber verschiedenartige Chitine. Von Dr. N. P. Krawkow. Aus dem Laboratorium für allgemeine und experimentelle Pathologie der militär- medizinischen Akademie zu St. Petersburg. (Mit Tafel III) . . . . .	177
Ueber den kleinsten Gesichtswinkel. Von E. A. Wülfig in Tübingen	199
Untersuchungen über die Ursache der Rhythmicität der Herzbewegungen. Von Dr. med. Karl Kaiser. (Mit Tafel IV) . . . . .	203
Stoffwechselversuche an einem Mädchen im Alter von 1 Jahr u. 2 Monaten. Von Dr. W. Camerer . . . . .	227
Entgegnung auf ein Referat, betr. Harnsäurebestimmung und die Differenz zwischen Gesamtstickstoff und Hufner-Stickstoff. Von Dr. W. Camerer.	233

#### IV

	Seite
Versuche über die Methode der Harnstoffbestimmung nach Hüfner. Von Dr. W. Camerer . . . . .	239
Ein Beitrag zur Resorption durch die Blutgefäße. Von Dr. Leon Asher, Assistenzarzt an der Ohrenklinik. Aus dem physiologischen Institute der Universität Heidelberg . . . . .	247
Phlorhizin-Versuche am Carenz-Kaninchen. Ein Beitrag zur Lehre von der Entstehung von Traubenzucker im Organismus aus zerfallendem Eiweiss. Von Max Cremer und Ad. Ritter. Aus dem physiologischen Institut zu München . . . . .	256
Ueber Resorption und Secretion im Magen und deren Beeinflussung durch Arzneimittel. Von Dr. med. et phil. J. Brandl, Assistent des Institutes. Aus dem pharmakologischen Institute zu München . . . . .	277
Erfahrungen über Albumosen und Peptone. Von W. Kühne . . . . .	308
Beiträge zur Frage der Secretion und Resorption im Dünndarm. Von Dr. Fritz Voit. Aus dem physiologischen Institute zu München . . . . .	325
Stoffwechselversuche an meinen Kindern. Von Dr. W. Camerer . . . . .	398
Studien über Glykogen. Von W. Saake, approb. Arzt aus Wolfenbüttel. Aus dem physiologischen Institut der Universität Heidelberg . . . . .	429
Ueber das Verhalten einiger Zuckerarten im thierischen Organismus. Von Max Cremer. Aus dem physiologischen Institute zu München . . . . .	484
Ueber die Wirkung des Kochsalzes auf die Verdaulichkeit und den Umsatz des Eiweisses. Von Dr. S. Gabriel. Mittheilung aus dem thierchemischen Institute der Universität Breslau . . . . .	554

## Ueber den kleinsten Gesichtswinkel.

Von

**Ernst Anton Wülfing**

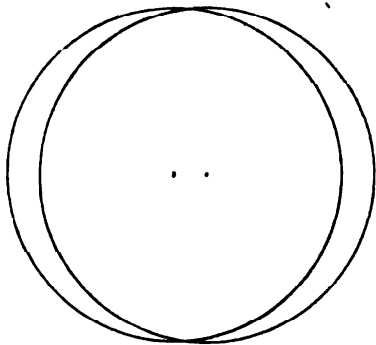
in Tübingen.

In den Lehr- und Handbüchern der Physiologie und Anatomie gibt man als den kleinsten Gesichtswinkel, d. h. den Winkel, unter welchem zwei ins Auge tretende Strahlen im Minimum geneigt sein können, um noch als getrennte Strahlen zu erscheinen, etwa gleich einer Bogenminute an (vgl. Helmholtz, Physiologische Optik 1887, S. 259). Diese Angaben gründen sich auf Beobachtungen, welche an Sternen, parallelen Linien und Quadraten angestellt wurden, wobei die Objekte immer nebeneinander lagen, und infolgedessen — wie das auch von einzelnen Autoren betont wird — die Irradiation das Resultat stark beeinflusst und das Maass des kleinsten Gesichtswinkels vergrössert.

In der That, wenn man den obigen Werth für den kleinsten Gesichtswinkel mit der Grösse der Netzhautelemente und ihrem gegenseitigen Abstände vergleicht, so findet man, dass der Bau der Netzhaut zur Unterscheidung bedeutend kleinerer Winkel eingerichtet ist. Erst wenn zwei Strahlen unter einem so kleinen Winkel gegeneinander geneigt sind, dass sie ein und dasselbe Element treffen, können sie nicht mehr als getrennt wahrgenommen werden. Nun gibt man aber als kleinste Zahl für die Dimensionen der Enden der Coni in der Fovea centralis 0,6 bis 1,0  $\mu$  und für ihren Abstand 2,0 bis 2,5  $\mu$  an (vgl. Schwalbe, Anatomie der Sinnesorgane, S. 584); zwei Strahlen, welche zwei benachbarte Elemente dieser Dimensionen an den zugekehrten Seiten treffen sollen, müssen daher einen Winkel von etwa 20'' bilden. Es wird unten durch ein einfach

anzustellendes Experiment gezeigt werden, dass der kleinste Gesichtswinkel nur etwa  $12''$  beträgt, so dass die Dimensionen der letzten empfindlichen Elemente in der Netzhaut noch etwas geringer sein müssen, als die obigen Zahlen es angeben.

In Folge der Irradiation erscheinen zwei Punkte auch bei vollkommener Akkommodation nicht mehr als scharf begrenzte Punkte, sondern als kleine, nach dem Rande hin abschattirte, kreisförmige Flächen, welche bei grösster Annäherung der Punkte theilweise übereinander fallen und den Eindruck auf der Netzhaut zu einem verwaschenen machen. Helmholtz berechnet die Grösse der Zerstreuungskreise bei 4 mm Pupillenöffnung zu 0,0426 mm (a. a. O. S. 163). Da nun einem Gesichtswinkel von einer Bogenminute ein Abstand von 0,00438 mm auf der Netzhaut entspricht, so erscheint das Bild



dieser beiden Punkte in tausendfacher Vergrößerung etwa so, wie nebenstehende Figur es veranschaulicht, auf der Netzhaut. Dass wir diese beiden Punkte noch als getrennte Punkte zu erkennen vermögen, und nicht etwa als eine horizontal verlängerte kleine Fläche wahrnehmen, obgleich ihre Zerstreuungskreise beinahe zur Deck-

ung gelangen, liegt daran, dass die Lichtintensität in diesen kleinen Zerstreuungskreisen, graphisch dargestellt, mindestens in Form einer Hyperbel abnimmt, und diese Abnahme also vom Mittelpunkt zum Rande hin sehr schnell erfolgt (vgl. Helmholtz a. a. O. S. 166). [Würde diese Abnahme der Intensität in den Zerstreuungskreisen linear erfolgen, so wäre es unmöglich, die beiden Punkte als getrennt zu erkennen, wenn dieselben auf der Netzhaut um weniger als den Radius der Zerstreuungskreise von einander entfernt wären].

Um nun das Uebereinanderfallen der Netzhautbilder und damit den verwaschenen Eindruck auch bei grösster Annäherung zu vermeiden, kann man die Beobachtung an einer geraden Linie anstellen, von der die eine Hälfte gegen die andere parallel sich selbst verschoben wird. Das Auge vermag hierbei noch eine Ver-

schiebung deutlich zu erkennen, welche einem Winkel von etwa 10 bis 12'' entspricht, d. h. also, die von den beiden um ein Minimum gegeneinander verschobenen Linien ausgehenden Strahlen gelangen in zwei Ebenen in's Auge, die einen Winkel von 10 bis 12'' mit einander bilden.

Dieses Resultat wurde an einem Spalt, also einer hellen Linie auf dunklem Grunde, gewonnen. Der Spalt von etwa  $\frac{1}{8}$  mm Breite war so eingerichtet, dass man den unteren Theil desselben gegen den oberen feststehenden messbar verschieben konnte. Bei einer Verschiebung von 0,1 mm war dieselbe noch auf 2 m Entfernung zu erkennen. Diese Verschiebung entspricht einem Gesichtswinkel von 10''. Aehnliche Resultate erhielt man durch Beobachtungen an Nonien, die mit schwarzer Tusche auf weissem Carton ausgeführt waren. Der Gegensatz in der Beleuchtung zwischen schwarz und weiss war hier natürlich nicht so gross, wie bei dem Spalt; dafür aber hatte man an den seitlichen Linienpaaren den Anhalt zum Vergleich, was die Ablesung bedeutend erleichtert und den ersten Nachtheil aufhebt. Man gelangt hier zu dem gleichen Resultat wie oben. Der Limbus enthielt 40 Theilstriche auf 90 mm, bei dem Nonius waren 40 Theilstriche gleich 39 des Limbus, so dass der Unterschied pro Theilstrich

$$\frac{90}{40} - \frac{90 - \frac{90}{40}}{40} = 2,250 - 2,194 = 0,056 \text{ mm}$$

betrug. In 1 m Entfernung war dieser Nonius noch deutlich ablesbar, und also die Grösse von 0,056 mm noch zu erkennen, was einem Gesichtswinkel von etwa 12'' entspricht.

Bei günstigeren Beleuchtungsverhältnissen, d. i. bei Linien, die sich besonders scharf von ihrem Grunde abheben, würde man als Grenze der Wahrnehmbarkeit wahrscheinlich einen noch kleineren Gesichtswinkel erhalten. Ein Nonius, der diese äusserste Grenze zu bestimmen erlauben würde, müsste aus hellen Linien (beleuchteten Spalten) auf dunklem Grunde bestehen und liesse sich in der Weise darstellen, dass man mit einer Theilmaschine den Belag eines Spiegels ausgravirte. Leider habe ich aus Mangel an Apparaten eine solche Vorrichtung bis jetzt nicht ausführen können.

Der aus den obigen Versuchen sich ergebende kleinste Gesichtswinkel von etwa 12'' wurde von vielen Beobachtern nachgewiesen und beträgt etwa den fünften Theil der bis dahin angenommenen Grösse. Zwei Strahlen, welche unter 12'' geneigt sind, treffen die Netzhaut in einer Entfernung von 0,00089 mm. Diese Grösse muss also auch das Maximum für den Abstand bzw. den Durchmesser der letzten lichtempfindlichen Elemente (Coni) in der Fovea centralis sein, und da es wahrscheinlich ist, dass das Auge bei günstigster Beleuchtung noch etwas kleinere Winkel zu unterscheiden vermag, so gelangt man nur zu einer befriedigenden Uebereinstimmung zwischen den direkt gemessenen Grössen der Zapfenspitzen (0,6  $\mu$ , Schultze, Archiv für mikroskopische Anatomie 1866, II, S. 231), und den aus der Wahrnehmungsempfindlichkeit berechneten, wenn man annimmt, dass ihr Abstand ihren Durchmesser nicht wesentlich übertrifft.