

Ueber den physikalisch-optischen Bau des Auges der Cetaceen und der Fische.

Von

Prof. Dr. **Ludwig Matthiessen.**

Hierzu Tafel V.

Die Dioptrik der Augen der Fische ist bereits früher nach verschiedenen Seiten hin in mehreren Aufsätzen¹⁾ von mir abgehandelt worden. Der optische Bau des inneren Auges einiger Cetaceen ist dem der Fische sehr ähnlich. Die Form der Crystalllinse ist gleichseitig und weicht unmerklich von der Kugelform ab; die vordere Augenkammer ist sehr kurz und die Retinaschale concentrisch mit der Krystalllinse gewölbt; ausserdem besitzt der Kernindex derselben einen so hohen Werth, wie er dem Crown-gläse eigen ist. Da mithin das Increment ζ bei den genannten Thieren einen Maximalwerth erreicht, welcher das der menschlichen Linse und der Vogellinse weit übertrifft, so wollen wir erst noch die genaueren Formeln für die Brennweiten, Hauptpunktsdistanzen und das Interstitium ableiten. Für die Brennweite einer Linsenschale von der Dicke η in Cortialsubstanz wurde früher gefunden:

$$\varphi = \frac{r_1 b}{2 \zeta \eta} \left\{ 1 + \frac{1}{3} \zeta \frac{\eta^2}{b r_1} - \zeta^2 \left[\frac{1}{3} \frac{\eta^3}{b^2 r_1} - \frac{1}{10} \frac{\eta^4}{b^3 r_1} - \frac{7}{90} \frac{\eta^4}{b^2 r_1^2} \right] \right\}$$

und das Hauptpunktsinterstitium

$$\varepsilon = \frac{1}{6} \zeta \frac{\eta^3}{b^2} \left(1 - \frac{b}{r_1} \right).$$

Setzen wir $\eta = 2b$, so wird

$$-f = \varphi = \frac{r_1}{4 \zeta} \left\{ 1 + \frac{3}{4} \zeta \frac{b}{r_1} - \frac{8}{45} \zeta^2 \left(6 \frac{b}{r_1} - 7 \frac{b^2}{r_1^2} \right) \right\}$$

$$\varepsilon = \frac{4}{3} \zeta b \left(1 - \frac{b}{r_1} \right),$$

$$-\alpha_1 = \alpha_2 = b \left\{ 1 - \frac{2}{3} \zeta \left(1 - \frac{b}{r_1} \right) \right\}.$$

1) Grundriss der Dioptrik S. 216—218. Dies Arch. XIX. S. 550—553, 1879; XXI. S. 287—307, 1880; XXV. S. 193—196, 1881; Zeitschr. f. Math. u. Phys. XXIV. S. 313—315, 1879; XXVII. S. 179—200, 1881.

Ist die Linse kugelförmig und concentrisch geschichtet, so wird

$$\varphi = \frac{r_1}{4\zeta} (1 + \frac{4}{3}\zeta + \frac{8}{45}\zeta^2), \quad \varepsilon = 0$$

und der Totalindex

$$n = N_1 (1 + 2\zeta + \frac{4}{3}\zeta^2 + \frac{8}{15}\zeta^3).$$

In Berücksichtigung des Umstandes, dass ζ nicht höher als 0,1 wird, werden wir auch in den vorliegenden Fällen noch immer die höheren Potenzen von ζ vernachlässigen dürfen, also auf die früheren Formeln recurriren können. Im Uebrigen ist die Dioptrik des Fischeauges in mehrfacher Beziehung einfacher, als die der Säugethiere und Vögel, erstens weil die Krystalllinsen nahezu kugelförmig sind, sodann weil die Hornhaut dioptrisch ziemlich unwirksam ist wegen des nahezu gleichen Brechungsvermögens der äusseren Medien und des Kammerwassers. Es ist nämlich für Süsswasser $n_D = 1,3335$, für Seewasser von etwa 2% Salzgehalt 1,3393 und für das Kammerwasser 1,3360. Demnach wirkt das Hornhautsystem der Süsswasserfische wie eine sehr schwache Collectivlinse und das der Seefische wie eine sehr schwache Dispersivlinse. So ist z. B. bei dem gemeinen Delphin der Krümmungsradius r_0 der Hornhaut gleich 17,0 mm, mithin die hintere Brennweite 6800 mm; es kann also ihr Brechwerth $\frac{1}{\varphi}$ vollständig vernachlässigt werden.

I. Das Auge vom gemeinen Delphin (*Phocaena communis*).

Fig. 1.

Aus dem Cadaver eines in Warnemünde im Juli 1885 gefangenen Delphins von 1,5 m Länge wurden etwa 24 Stunden post mortem die beiden bulbi zwecks ophthalmometrischer Messungen entnommen. Der Bulbus I wurde sofort in einer Kältemischung während 2 Stunden zum Gefrieren gebracht, dann parallel der grossen Axe der etwas ovalen Iris axial gespalten und die Dimensionen an den beiden Hälften Ia und Ib gemessen. Der Bulbus II wurde zwecks Messung der physikalischen Constanten vorläufig auf Eis in einer Porzellanschale kalt gestellt. Die Messungen ergaben folgende Resultate: