

Gruppen: eine mit vollständiger Durchkreuzung, repräsentiert durch die Einhufer, die Zueihufer und einen Teil der Nager; und eine mit partieller, zu der die anderen Nager, die Raubtiere, die Affen und der Mensch gehören. Auch in diesem Teil der Wirbeltierreihe bestätigt sich das Gesetz, daß totale Opticuskreuzung mit vollkommener Trennung der Pupillarreflexbahnen vergesellschaftet ist: die konsensuelle Reaktion fehlt der ersten Gruppe. Zwischen dieser und der zweiten steht das Kaninchen, welches trotz partieller Kreuzung nur direkte (einseitige) Reaktion aufweist. Diese Beobachtung läßt sich mit obigem Gesetz sehr gut in Einklang bringen durch die aus mehreren Gründen gerechtfertigte Annahme, daß nur Sehfasern, aber keine Pupillarfasern den ungekreuzten Teil des Kaninchenopticus zusammensetzen, in Bezug auf die Irisreflexe also noch völlige Kreuzung vorliegt. Erst bei höheren Ordnungen (von den Raubtieren aufwärts) beteiligen sich auch Pupillarbahnen an der Bildung des ungekreuzten Bündels, und dementsprechend stellt sich konsensuelle Reaktion ein. Hinsichtlich des Grades der letzteren konstatiert Verfasser, daß die konsensuelle Pupillenverengerung des verdunkelten Auges genau gleich der direkten des belichteten ist. Es besteht also mit anderen Worten, auch bei ungleich intensiver Bestrahlung beiderseits gleiche Pupillenweite.

SCHAEFER.

L. HERMANN. **Phonophotographische Untersuchungen.** 3 Teile. *Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie*, Bd. 45. S. 582—592; Bd. 47. S. 44—53; S. 347—391.

Die Einmischung der eigenen Trägheitsschwingungen des angesungenen resp. angesprochenen Körpers und die Eigenschwingungen etc. des schreibenden Hebels sind immer die wesentlichsten Hindernisse exakter Aufzeichnungen von Stimm- und Sprachlauten gewesen. Zu ihrer Beseitigung bedient sich Verfasser der Photographie. Seine phonophotographische Methode ist in ihren Grundzügen folgende. Als Material zu der durch Vermittelung eines Mundstückes angesungenen Membran diente Eisenblech, Glas, Glimmer, Holz und anderes. Je steifer die Membran, desto besser die Resultate; weshalb auch ausnahmslos noch eine besondere Dämpfungsvorrichtung in Anwendung kam. Indessen ist „selbst bei den geeignetsten Membranen ein gewisser Einfluß der Membran auf das Photogramm unverkennbar.“ Darum wurden nur aus solchen Eigenschaften der Vokalkurven überhaupt Schlüsse gezogen, welche konstant von allen den verschiedenen Membranen gewonnen wurden. Die Rückseite der Membran trägt nun ein kleines dünnes Spiegelchen, dergestalt befestigt, daß die Membranschwingungen nur Vibrationen desselben um die Vertikalaxe auslösen. Eine elektrische Lampe wird alsdann so aufgestellt, daß ihr Licht durch einen feinen vertikalen Spalt (und durch eine Konvexlinse) auf den Spiegel fällt, welcher seinerseits den empfangenen Lichtstreifen auf eine schwarze Blechplatte reflektiert, die einen genau horizontalen Spalt besitzt, so daß sie das Licht also nur in Form eines Punktes durchläßt. Dieser Lichtpunkt trifft den horizontal gestellten, mit empfindlichstem Brom-

silberpapier bezogenen Cylinder eines BALTZARSCHEN Kymographion. Soll die Kurve, welche nun auf diese Weise photographisch gewonnen wird, sobald der Cylinder rotiert und die angesungene Membran durch Vermittelung des Spiegels den Lichtpunkt in horizontaler Richtung hin und her schwingen läßt, ganz fehlerlos sein, so müssen Erschütterungen der Lampe und des Cylinders vor allem vermieden werden. Die subtilen Vorsichtsmafsregeln, welche Verf. in dieser Richtung getroffen, sowie die Details der Versuchsanordnung müssen im Original, das eine sehr ausführliche Beschreibung giebt, nachgelesen werden. — Die Messung der Ordinaten geschah unter 20facher Vergrößerung mit Hilfe eines mikrometrischen Objektisches und dazu gehörigen Mikroskopes. Für  $A-O-U$  wurden 40 Ordinaten als genügend erachtet. Die auf die Ordinatenausmessung sich aufbauende Berechnung der Partialtöne ward nach der üblichen Methode, jedoch unter Anwendung einiger abkürzender Kunstgriffe ausgeführt. Die Analyse lieferte das Ergebnis, dafs alle Vokale durch einen spezifischen Ton von absoluter Tonhöhe charakterisiert sind. Insofern bestätigte sich die HELMHOLTZSCHE Vokaltheorie in der Hauptsache, doch findet Verf. durchgängig nur einen charakteristischen „Mundton“ für jeden Vokal. Derselbe liegt für  $A$  zwischen  $e^2$  und  $gis^2$ ; für  $E$  zwischen  $h^3$  und  $c^4$ ; für  $J$  zwischen  $d^4$  und  $g^4$ ; für  $O$  zwischen  $d^3$  und  $e^3$ ; für  $U$  zwischen  $c^2$  und  $d^2$ . Diese charakteristischen Töne drücken sich nun in den Kurven „mit solcher Deutlichkeit unmittelbar aus“, dafs der Gedanke nahe lag, sie „unmittelbar durch Ausmessung des Verhältnisses zwischen der Dauer der charakteristischen Schwingung und der ganzen Periode auszumitteln.“ Durch eine solche „Proportionalausmessung“ wird also die trotz der oben angedeuteten Erleichterung immer noch sehr umständliche FOURIERSche Analyse unnötig. Bei dem Vokal  $E$  genügte sogar einfaches Auszählen. („Enthält z. B. eine  $E$ -Kurve auf die Note  $H$  16 kleine gleich lange Schwingungen, so ist offenbar der entsprechende Ton der 16. Partialton (15. Oberton) von  $H$ , d. h.  $h^3$ .“) Die Proportionalausmessung liefert überdies eine weit bessere Charakteristik der Vokalkurve als die FOURIERSche Analyse, da, „wenn der charakteristische Ton ein unharmonischer ist, wie es in der großen Mehrzahl der Kurven in der That der Fall ist, dieser Ton durch die Analyse gar nicht zum Vorschein kommen kann, weil dieselbe nur harmonische Partialtöne als Komponenten ergeben kann.“ — Die Vokalcurven des Verf. unterscheiden sich derart wesentlich von allen früheren, dafs ein Beweis für die völlig naturgetreue Wiedergabe der Vokale durch dieselben nötig schien. H. erreichte dies mit Hilfe des neuen EDINSONSchen Phonographen. Er sang eine große Zahl von Vokalen gegen einen solchen und dann wurden die Schwingungen der Hörplatte, während gleichzeitig das Ohr die treue Wiedergabe der Vokale kontrollierte, phonographisch aufgenommen. Die Resultate zeigten eine erfreuliche Übereinstimmung mit den Untersuchungsphonogrammen; so dafs wenigstens die wesentlichsten Charakteristika der Vokale durch diese wirklich naturgetreu zum Ausdruck gelangt sind. — Zum Schlusse der umfangreichen Abhandlung giebt Verf. eine eingehende Darstellung der Beziehungen seiner Ergebnisse zu den bisherigen Vokaltheorien.

Wie schon angedeutet, führt die Auslegung der Phonophotogramme zu einer Bestätigung der HELMHOLTZschen Theorie, derzufolge die Vokale durch Töne von absoluter Höhe charakterisiert sind. Es ist dies aber in einer Weise der Fall, welche Veranlassung bietet zur Aufstellung einer neuen Vokaltheorie: „A ist . . . bei mir nur ein intermittierender oder oscillierender Mundton  $f^2$ ; erfolgt die Oscillation 131 mal in der Sekunde, so hat das A die Note c. Das Wesentliche des Vokals wäre nach meinen Versuchen ein intermittierendes oder oscillierendes Anblasen des Mundtones durch die Stimme. Wenigstens genügt dies zur Charakteristik des Vokals. . . . . Welchen Einfluß Stimmklang und sonstige Eigenschaften des Sängers auf seine Vokalproduktion haben, steht erst in zweiter Linie.“ Als größte Schwierigkeit gegen seine neue Theorie erkennt Verfasser den Umstand, „daß wir beim Singen eines Vokals auf die Note c den Ton c bei weitem am stärksten hören, während er bei der FOURIERSchen Analyse des Phonogramms so gut wie vollkommen fehlt.“ Seine Darstellung der Vokale sei aber leicht verständlich, „wenn das Ohr jede Art von Periodik mit einer Tonempfindung beantwortete, also auch das schwebungsartige Intermittieren eines Tones als einen Ton von der Schwingungszahl des Intermittierens hörte.“ Daß letzteres wirklich der Fall, dafür sprechen unter anderem auch des Verfassers erfolgreiche Versuche, mittelst einer der neuen Vokaltheorie genau entsprechenden Methode künstliche Vokale zu erzeugen.

Gegen Art und Resultate der im Vorstehenden referierten Untersuchung wendet sich nun auf das Entschiedenste ein Aufsatz von

H. PIPPING: **Nachtrag zur Klangfarbe der gesungenen Vokale.** *Zeitschrift für Biologie*, Bd. XXVII. N. F. IX. S. 433—438.

In fünffacher Beweisführung wird zunächst für die Unmöglichkeit des Vorkommens unharmonischer Teiltöne im Vokalklang plaidiert. Die Proportionalausmessung wird als verfehlt bezeichnet; die Vokalsynthesen als nicht geeignet HERMANNS Theorie zu stützen. Außerdem wird die Korrektheit der Kurven, abgesehen davon, daß sie an Eleganz hinter denen des HENSENSchen Sprachzeichners<sup>1</sup> zurückstehen, durch die von H. selbst zugegebene Einmischung der Membranbeschaffenheit nachteilig beeinflusst. Kurz, die neue Vokaltheorie muß, wie HENSEN sich in seiner Anmerkung zu PIPPINGS Ausführungen ausdrückt, für irrig und irreführend gehalten werden.

SCHAEFER (Jena).

L. HERMANN. **Bemerkungen zur Vokalfrage.** *Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol.*, Bd. 48, S. 181—194.

Verfasser erwidert auf die im Vorstehenden referierten sachlichen Einwände PIPPINGS gegen seine neue Vokaltheorie, daß dieselben sämtlich einem physikalischen und einem mathematischen Mißverständnis entspringen. Erstens ist es nicht gerechtfertigt, die Abwesenheit unhar-

<sup>1</sup> Vgl. das Referat über PIPPINGS Untersuchung: *Zur Klangfarbe der gesungenen Vokale*. Bd. I. S. 353 dieser Zeitschrift.