

versetzen. Es wurden immer höchstens zwei Töne gleichzeitig beobachtet und die Beobachtungen möglichst rasch angestellt, da die Hörschärfe von Augenblick zu Augenblick wechselt. In dieser Weise und unter vorsichtiger Ausschaltung störender Einflüsse, wie Reflexion, Tageslärm u. s. w. ließen sich brauchbare Resultate gewinnen. Je höher die Töne, um so größer konnte die Distanz zwischen Instrument und Ohr genommen werden, ehe die Schwelle erreicht wurde. Die Octave wurde 2,87; die Quinte 1,75; die Quarte 1,73mal so weit gehört als der Grundton. Daraus folgert Verf., daß die Intensitätsempfindung *ceteris paribus* eine Funktion der Anzahl der Reize in der Zeiteinheit ist, wonach diesen also eine cumulierende Wirkung zuzuschreiben wäre. SCHAEFER (Jena).

HUGO PIPPING. **Zur Klangfarbe der gesungenen Vokale.** Untersuchung mit HENSENS Sprachzeichner, ausgeführt im physiologischen Institut zu Kiel. *Zeitschrift für Biologie*, Bd. XXVII. N. F. IX. (1890), 80 S.

Während die Natur der Vokale als Klänge bereits lange feststand, haben bekanntlich zuerst WHEATSTONE (1837) und DONDERS (1857) die genauere Analyse auf Grund der Thatsache angebahnt, daß die Mundhöhle in ihrer für jeden Vokal spezifischen Konfiguration einen Resonator darstellt, welcher auf einen oder zwei, alsdann durch ein größeres Spatium getrennte, bestimmte Töne oder richtiger Tongruppen („Verstärkungsgebiete“) abgestimmt ist, da neben dem maximal verstärkten Ton auch in abnehmendem Maße die ihm nächststehenden höheren und tieferen Töne der Skala mit verstärkt werden. Das vorliegende Material vervollkommend, definierte HELMHOLTZ (1877) die Vokale als „Klänge membranöser Zungen, nämlich der Stimmbänder, deren Ansatzrohr, nämlich die Mundhöhle, verschiedene Weite, Länge und Stimmung erhalten kann, so daß dadurch bald dieser bald jener Teilton des Klanges verstärkt wird;“ — und: „Die Vokalklänge unterscheiden sich hiernach von den Klängen der meisten anderen Instrumente wesentlich dadurch, daß die Stärke ihrer Obertöne nicht nur von der Ordnungszahl derselben, sondern überwiegend von deren absoluter Tonhöhe abhängt. Wenn ich z. B. den Vokal *A* auf die Note *Es* singe, ist der verstärkte Ton *b''* der zwölfte des Klanges, und wenn ich denselben Vokal auf die Note *b'* singe, ist es der zweite Ton des Klanges, welcher verstärkt wird.“ Nachdem nun gegen diese Theorie des „absoluten Momentes“ schon 1875 v. QUANTEN die Frage aufgeworfen, wodurch denn Vokale charakterisiert seien, die auf einen Ton gesungen würden, welcher den charakteristischen Verstärkungston (in obigem Beispiel *b''*) gar nicht als Oberton enthielte, vielmehr z. B. selbst höher sei als dieser; führte AUERBACH 1876 das „relative Moment“ in die Vokaltheorie ein, wonach also, wie bei unseren Musikinstrumenten, gleichgültig, welches der Grundton ist (auf den der Vokal gesungen wird), die entstehenden Obertöne immer dasselbe Verhalten zeigen, das natürlich eben für jeden Vokal ein spezifisches ist. Ähnlich hatte übrigens schon GRASSMANN 1854 unter anderem den Satz aufgestellt, die Vokale *U-Ü-J* seien durch Mitschwingen nur eines Obertones neben dem Grundtone charakterisiert; *A* durch eine Reihe von Obertönen von fast gleicher Stärke. SCHNEEBELI (1879) folgerte aus seinen Untersuchungen,

dafs ein beliebiger Ton ( $c'$ ;  $g'$ ;  $c''$ ;  $e''$ ), wenn sein erster Oberton aus der Klangmasse besonders heraustritt, regelmäfsig den Charakter des  $O$  erhält.

Die Arbeiten dieser Autoren und eine Reihe anderer unterzieht PIPPING, welcher umfassendste Litteraturstudien angestellt, eingehender Kritik. Er bezeichnet zunächst mit Recht die subjektive Methode der Klanganalyse, die Feststellung der Verstärkungsgebiete durch Vorhalten von Stimmgabeln vor die Mundhöhle oder durch Perkussion des Kehlkopfes, als streng wissenschaftlichen Anforderungen nicht genügend, ebenso die objektive Synthese der Vokale aus Stimmgabeltönen, und erklärt die graphischen Methoden und unter diesen wieder die Aufzeichnung der Vokalkurven mittelst des HENSENSCHEN Sprachzeichners für allein brauchbar. Eine Beschreibung nebst Abbildung desselben in seiner ursprünglichen Form findet sich in *Hermanns Handbuch der Physiologie*, Bd. I., T. 2. S. 187—189. Die Vokale werden gegen eine trommelfellartig über die Öffnung eines Sprachrohrs gespannte Membran gesungen. An deren Außenseite ist das Ende eines Schreibhebels, und zwar eines zweiarmigen Hebels, befestigt. Die Drehungsaxe des letzteren ist so konstruiert, dafs zugleich mit der Drehung auch eine zur Verhütung von Eigenschwingungen hinreichende Dämpfung erzielt wird. Der Schreibhebel endet in einer Glasfeder, welche die Kurve auf eine berufste Glasplatte zeichnet. Letztere stellt die Oberfläche eines Schlittens dar, der mit der Hand während des Zeichnens verschoben wird. Die Registrierung der Zeiteinheiten vollzieht eine an dem Stative der Membran mit angebrachte Stimmgabel, welche, wenn der Apparat in Funktion tritt, angeschlagen wird und dann ebenfalls mit einer Glasfeder ihre Kurve neben der Vokalkurve verzeichnet. An dem Sprachzeichner, den bereits HENSEN inzwischen vervollkommenet, wurden für die vorliegende Untersuchung noch wesentliche Verbesserungen vorgenommen. Als wichtigste muß erwähnt werden, dafs die Glasfedern durch konisch geschliffene Diamanten ersetzt sind. Dies ermöglicht die Zeichnung feinsten Striche, was von grofser Bedeutung für die Ausmessung der Kurven ist, die alle mikroskopisch sind. Ferner wurde zur Erleichterung der späteren Ordinatennmessungen noch ein dritter Diamant, der einen geraden Strich neben die Vokalschrift zeichnet, angebracht. Besondere Accuratesse wurde auf die Festhaltung des Grundtons verwendet. Zunächst ward dem Singenden die Tonhöhe mittelst einer KÖNIGSCHEN Stimmgabel angegeben und nachher unter sorgfältigster Ausschließung gewisser Fehlerquellen durch genaues Messen und Vergleichen der Vokal- und Stimmgabelwellen kontrolliert. — Der Apparat, mit dem die den Berechnungen zugrunde liegenden Messungen der Ordinaten ausgeführt wurden, besteht aus zwei übereinander gelegten, durch Mikrometerschrauben verstellbaren Schlitten, deren Bewegungslinien einander rechtwinklig gegenüberstehen. Die eine Schraube mißt die Abscissen, die andere die Ordinaten. Zehntausendstel Millimeter liegen noch im Bereiche der Messung. Zur Messung wurde immer eine tadellose Gegend der Kurve aufgesucht und hier eine Welle für die Messung gewählt. Die Wellenlänge wurde mehrfach präzise gemessen, und die gefundene Mittelzahl zur Abscissenberechnung

benutzt. Es wurde stets von einer Abscisse zu der nächstfolgenden weiter fortgeschritten und zur Kontrolle zuletzt immer die  $y$ -Ordinate der nächsten Periode gemessen. Nur selten zeigte sich zwischen den beiden  $y$ -Ordnaten eine grössere Differenz als 0,0002. Aus den Differenzen wurde jedesmal das Mittel gezogen. Die Ordinate wurden nur einmal gemessen, in der Regel von dem geraden Striche aus. Bei drei Kurven nur wurde Reduktion der Abscissen mit Rücksicht auf ungleichmäßiges Schlittenziehen nötig.

Die Endresultate seiner Messungen und Berechnungen hat Verfasser in Tabelle III. (S. 41) niedergelegt. Diese Tabelle gibt an, wie viel Prozente von der Gesamtintensität des gesungenen Vokales auf jeden seiner Partialtöne entfallen. Aus diesen Daten werden nun nachstehende Folgerungen gezogen. Der Vokal  $U$  hat zwei Verstärkungsgebiete. Das eine umfaßt in der Breite einer Oktave den maximal verstärkten Ton  $c'$ ; das andere  $a''$  in der Breite einer Quinte. Der Vokal  $A$  hat zwei Verstärkungsgebiete, eins in der Umgebung von  $cis'''$  oder  $d'''$ , ein anderes um eine Octave höher. Der Vokal  $\hat{A}$  hat den charakteristischen Ton  $f'''$  (oder vielleicht  $e'''$ ); die Verstärkungsbreite ist etwa eine Oktave. Eine sekundäre Verstärkung erfährt der 10. Ton. Bei dem Vokal  $J$  liegen die Grundtöne selbst im untern Verstärkungsgebiet. Ein oberes erstreckt sich, scharf begrenzt von  $c''''$  bis  $d''''$ . Bei  $Y$  liegt der Maximalpunkt des untern Gebietes unter der Mitte der eingestrichenen Oktave. Das obere Gebiet fällt mit dem von  $J$  zusammen, ist aber noch enger wie dort ( $e''''$ ). Vokal  $\ddot{O}$  hat ein noch nicht genauer zu bestimmendes unteres Gebiet in der eingestrichenen Oktave; ein zweites enges in der Nähe von  $c'''$ . Vielleicht besteht noch ein drittes um  $c''''$ . Die Verstärkungsgebiete von  $E$  verteilen sich auf die eingestrichene Oktave und in engem Umfang auf  $d''''$ . Sehr unbefriedigende Resultate lieferte  $\hat{A}$ . Dagegen liefs sich nach JENKIN und EWING für  $O$  ein Verstärkungsgebiet in der oberen Hälfte der eingestrichenen Oktave von gut Oktavenbreite berechnen.

Schon aus diesen Angaben wird der Leser entnehmen, dafs PIPPING sich für das absolute Moment als das in der Charakterisierung der Vokale dominierende entscheidet. In der That erkennt er nach seinen Untersuchungen dem relativen Moment einen minimalen Einfluß zu: „Die Intensitäten der einzelnen Teiltöne hängen in keinem nennenswerten Grade von ihren bezüglichen Ordnungszahlen ab.“ (S. 77). Die Methode AUERBACHS, die Partialtonintensitäten nach dem Grade ihrer Verstärkung durch Resonatoren bestimmen zu wollen, enthalte bedeutende Fehlerquellen, und seine Art der Elimination des absoluten Momentes sei inkorrekt. Ähnliche Zurückweisungen erfahren GRASSMANN, LAHR und SCHNEEBELL. — Aus der genauen Periodizität seiner Kurven folgert Verfasser, dafs keine unharmonischen Teiltöne die gesungenen Vokale begleiten, deren Vorkommen HELMHOLTZ behauptet, und ebensowenig Geräusche, deren Vorhandensein DONDERS als gerade charakteristisch für Vokale ansprach. Die Accommodationshypothese von JENKIN und EWING, der zufolge das Centrum der charakteristischen Verstärkung bedeutend verschoben werden kann, damit irgend ein Teilton in seine Nähe fallen

möge, ist ganz abzulehnen. Vielleicht käme sie für die Fälle in Betracht, wo der Vokal auf einen so hohen Ton gesungen wird, daß der untere maximale Resonanzton unterhalb des Grundtones liegt. Auf solche Fälle dehnte Verfasser seine Versuche noch nicht aus, glaubt jedoch, daß dann die Vokalbildung überhaupt nach komplizierteren Gesetzen vor sich gehen dürfte. Auch abgesehen hiervon bezeichnet PIPPING seine Untersuchungen als durchaus nicht erschöpfend. Indessen sind dieselben offenbar mit einem bemerkenswerten Aufwand von Sorgfalt und Mühe angestellt, so daß sie ohne Zweifel ein sicheres Fundament für weitere Forschungen abgeben.

SCHAEFER (Jena.)

PROUHO. **Du sens de l'odorat chez les étoiles de mer.** *Comptes rendus*, Bd. CXI. S. 1343. Juni 1890.

Bringt man in die Nähe eines ruhenden Seeigels (*Asterias glacialis*) eine Lockspeise z. B. einen todten Fisch, so bewegt sich der Seeigel lebhaft in der Richtung nach dem Objekte hin. Lebende Fische, die festgebunden sind, werden mit einem Arm ergriffen und dem Munde genähert. Daß die Augen nicht die lebhaftige Bewegung veranlassen, läßt sich durch Exstirpation derselben nachweisen, wodurch das Wahrnehmungsvermögen des Seeigels nicht leidet. Bei weiteren Versuchen wurde das Versuchstier von der Lockspeise durch eine undurchsichtige Wand getrennt, in welcher an einer bestimmten Stelle eine Öffnung war. Der Seeigel kroch immer in der Richtung auf dieselbe. Werden die Taster abgeschnitten, so hört die Wahrnehmung auf, auch bei vollständiger Erhaltung der Augen. Durchtrennen der peripheren Nerven beeinträchtigt die Reaktionsfähigkeit der Taster nicht, macht jedoch den centralen Teil des Körpers vollständig teilnahmslos.

Aus diesen Versuchen schließt PROUHO auf die Anwesenheit eines ziemlich gut entwickelten chemischen Sinnes, welcher in den Tastern seinen Sitz hat und den Gesichtssinn, wenigstens bei *Asterias*, an Feinheit übertrifft.

BURCKHARDT (Berlin).

A. GOLDSCHIEDER. **Über die Empfindlichkeit der Gelenkenden.** Sitzgs.-Ber. der Berliner Physiolog. Gesellsch. vom 14. März 1890. *Arch. für Anatomie und Physiologie* 1890. S. 380—384.

Da die Gelenkkapseln erwiesenermaßen mit Nerven und Nervenendigungen versehen sind, so ist damit ein anatomisches Substrat für Sensationen gegeben, die, bei Bewegungen durch Faltungen etc. der Kapsel hervorgerufen, zur Auslösung von Bewegungsempfindungen beitragen können. Zu untersuchen war, ob auch für Widerstandsempfindungen, ausgelöst durch das Aneinanderpressen der freien Gelenkenden, ein solches Substrat vorhanden. Genügende mikroskopische Untersuchungen liegen nicht vor. Es wurde nun an Kaninchen — Frösche eigneten sich nicht gut — die untere Gelenkfläche der Tibia mechanisch und thermisch gereizt, und es gelang durch diese Reize die Atmung reflektorisch zu beeinflussen. Die Reizbarkeit blieb bestehen, nachdem die Gelenkoberfläche mit dem Messer abgetragen, und erlosch auch nicht