

der normalen Substrate oder als Beimischung einer zur reagierenden Intensität proportionalen Miterregung eines selbständigen Restsubstrates.

11. Die Annahme einer bloßen Erregbarkeitsveränderung erfordert für die farbigen Nachbilder unter Berücksichtigung des v. KRIESschen Satzes über die Unabhängigkeit der Farbengleichungen vom negativen Nachbilde die Hilfhypothese einer (in neutraler Stimmung antagonistisch bis auf eine einzige Erregungsweise kompensierten) Ausbreitung jeder Reizwirkung über das gesamte Farbensubstrat im Rahmen einer Vierfarbentheorie, die hierzu am besten als einfachster Spezialfall der WUNDTschen Periodizitätstheorie gedacht wird. Sie ist zugleich die einfachste Erklärung aller Helligkeitsnachbilder, auch zusammen mit einer etwaigen anderen Erklärung der farbigen Nachbilder.

12. Die Beimischungshypothese verlangt die Annahme der zur Reizintensität proportionalen Erregung eines sekundären Substrates in der ihm spezifischen Qualität der Nachbildfarbe durch alle beliebigen Reize. Wollte man sie auch für die Helligkeitsnachbilder verwenden, so erforderte sie wegen der zur reagierenden Helligkeit proportionalen Verdunkelung besondere Hilfsannahmen. Die Beimischungshypothese kann vorläufig am leichtesten mit irgend einer allgemeinen Farbentheorie in Einklang gebracht werden.“

KIESOW (Turin).

M. WIEN. Über die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres für Töne verschiedener Höhe. *Pflügers Archiv* 97, 1—57. 1903.

Um die Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Ohres von der Tonhöhe festzustellen, wurde die Methode der Reizschwellenbestimmung gewählt, bei welcher die Empfindlichkeit umgekehrt proportional der Tonintensität gesetzt wird, welche eine eben noch merkliche Empfindung im Ohr erzeugt.

I. Die Tonintensität wurde am Ohr gemessen. Für ein luftdicht an das Ohr gedrücktes Telephon ist unter bestimmten Voraussetzungen die Tonintensität proportional dem Quadrat der Stromamplitude, die Empfindlichkeit des Ohres also umgekehrt proportional dem Quadrat des Minimalstroms, der den Schwellenton erzeugt. Zur Erzeugung von Sinusströmen diente ein Sinusinduktor sowie Wechselstromsirenen. Der besseren Übersicht wegen wurden nicht die reziproken Werte der Tonintensität, sondern ihre BRIGGSchen Logarithmen (in Anlehnung an das FECHNERSche Gesetz) zur Darstellung der Empfindlichkeit verwendet. Da Messungen der Schwingungsamplitude am BELLSchen Telephon ergaben, daß die Telephonausschläge der Theorie entsprechend nur bis in die Nähe des ersten Eigentons der Platte unabhängig von der Schwingungszahl sind, wurden die Untersuchungen an 4 verschiedenen Telephonplatten von verschiedener Höhe des tiefsten Eigentons ausgeführt. Die erhaltenen Kurven stimmen, wenn nur die Strecken bis in die Nähe des Eigentons berücksichtigt werden, gut überein.

II. In einer zweiten Versuchsreihe wurde nach einer im Anhang gegebenen Entwicklung die Tonintensität berechnet, welche die Telephonplatte in einer Entfernung von 30 cm, in welcher sich das Ohr befand, er-

zeugte. Es wurden 3 Telephone mit verschiedenem tiefsten Eigenton benutzt.

Als Gesamtergebnis der nach I und II gefundenen Werte, welche gut übereinstimmen, ergibt sich, daß die Differenzen in der Empfindlichkeit des menschlichen Ohres für Töne verschiedener Höhe außerordentlich groß sind. „Damit wir einen Ton von 50 Schwingungen eben vernehmen können, muß derselbe eine ca. 100 Millionen Mal so große Energie besitzen wie ein Ton von 2000 Schwingungen.“ Die Kurve der „logarithmischen Empfindlichkeit“ (s. o.), welche bis zu $n = 400$ annähernd gradlinig steigt, weist zwischen 1000 und 5000 ein breites Maximum auf, um darauf wieder zu fallen. „Das Maximum der Empfindlichkeit liegt also gerade da, wo die charakteristischen Töne der menschlichen Sprache sich befinden.“ Die großen Unterschiede der Empfindlichkeit sind einstweilen noch nicht zu erklären.

Auf einen weiteren Abschnitt, welcher Berechnungen über die absoluten Werte der Empfindlichkeit enthält, folgen Beobachtungen an kranken Ohren (akuter Mittelohrkatarrh, Schwerhörigkeit, Hörinseln bei Taubstummen), aus denen hervorgeht, daß hohe Töne vom erkrankten Ohr relativ schlechter gehört werden, als tiefe. Von den praktischen Hörprüfungen ist nur die HARTMANN-BEZOLD'sche Stimmgabelmethode brauchbar; allerdings darf nicht einfach die Hördauer für gesundes und krankes Ohr bei möglichst gleichem Anschlagen der Gabel bestimmt und der Quotient als Hörschärfe definiert werden, da dieser nicht in direktem Zusammenhang mit dem zu ermittelnden Verhältnis der Quadrate der Schwellenamplituden steht. Verf. empfiehlt, mit einer Gabel, deren Dämpfung bekannt ist, die Zeitdifferenz für den Eintritt der Reizschwelle am gesunden und kranken Ohr festzustellen und danach das Empfindlichkeitsverhältnis zu berechnen.

In einem zweiten Anhang wendet sich Verf. gegen ZWAARDEMAKER und QUIX, welche bei ihren Messungen im Bereich der tiefen Töne vollkommen andere Resultate erzielten. W. TRENDLENBURG (Freiburg i. Br.).

FELIX KRUEGER. **Differenztöne und Konsonanz.** I. *Archiv f. d. gesamte Psychologie* 1 (2 u. 3), 205—275. 1903.

Die Erklärungen der Konsonanz aus Obertönen und deren Schwebungen, wie sie insbesondere in der HELMHOLTZschen Theorie vorliegen, stehen mit entscheidenden Tatsachen in Widerspruch. Der Kern der LIPPSSchen Theorie ist die Analogie zwischen Rhythmus und Konsonanz. Aber auch dieser Auffassung stehen Schwierigkeiten im Wege, die Verf. eingehender erörtert. Er wendet sich namentlich auch gegen den Begriff der an sich unbewussten (mikropsychischen) Erregungen, die allen Tonempfindungen, den gesondert wahrgenommenen wie den verschmolzenen, nach LIPPS zugrunde liegen sollen. Die STUMPFsche Verschmelzungstheorie endlich erscheint dem Verf. nicht sowohl sachlich unzutreffend als vielmehr unvollständig. Er will versuchen, die Tatsachen der Tonverschmelzung psychologisch begreiflicher zu machen, als sie bisher waren, und damit der Lösung des Konsonanzproblems näher zu kommen, das in der Parallelität steckt,