

Eine weitere Verbesserung der Grenzpfefe besteht darin, daß sich neuerdings auch die Maulweite durch eine Mikrometervorrichtung messen läßt. Mit den so vervollkommneten Pfeifen kann man Töne bis 170000 ganzen Schwingungen hervorbringen und feststellen, daß die obere Hörgrenze mancher Personen bei 50000 und mehr Schwingungen liegt. Die Töne der neuen Grenzpfefe sind sehr stark, was die Perception begünstigt. Wo man früher die obere Tongrenze niedriger fand, lag es wahrscheinlich am Versagen der Pfeife und nicht am Ohre. Den in den Handel kommenden Grenzpfefen wird von jetzt ab stets eine nach dem Staubfigurenverfahren gewonnene Aichungstabelle beigelegt.

SCHWENDT theilt mit, daß bei Anwendung der neuen Grenzpfefe die obere Hörgrenze durchschnittlich ungefähr eine Octave höher liegt als bei Benutzung KOENIG'scher Klangstäbe und Stimmgabeln. Jugendliche Individuen hören nämlich noch die Pfeifentöne  $e^s$  bis  $fs^s$ .

SCHAEFER (Gr.-Lichterfelde).

P. OSTMANN. **Zur Function des Musculus stapedius beim Hören.** *Arch. f. Anat. u. Physiol.* (5 u. 6), 546—559. 1899.

Findet während einer Tonwahrnehmung eine minimale Auswärtswölbung, also Entspannung, des Trommelfells statt, so wird, wie die Berechnungen von HELMHOLTZ es fordern und Versuche von POLITZER, LUCAE und Verf. gezeigt haben, die Tonwahrnehmung verstärkt. Die mechanische Wirkung des Stapedius auf das Trommelfell besteht nun gerade in einem solchen geringfügigen Nachlassen der Spannung des letzteren. Da außerdem während einer Stapediuscontraction der Labyrinthdruck sinkt und (nach den Beobachtungen von SHERRINGTON und HERING) der Gegenzug des sehr viel kräftigeren antagonistischen Tensor tympani völlig ausfällt, so ist der Musculus stapedius besonders geeignet, dann in Thätigkeit zu treten, wenn es sich, wie beim Lauschen, um eine Steigerung der Hörschärfe handelt. Beim Lauschen finden mannigfache Contractionen solcher Muskelgruppen statt, die vom Facialis innervirt werden; es wäre unnatürlich anzunehmen, daß gerade der Stapedius nicht dabei betheiligte sein sollte. Allerdings darf man nicht an einen Tetanus dieses Muskels denken. Es kann sich vielmehr immer nur um einzelne Zuckungen handeln, die in Momenten besonders intensiver, reflectorischer Anspannung der Aufmerksamkeit eintreten. Verf. konnte die reflectorische Stapediuszuckung beim Aufhorchen durch Trommelfellbeobachtung an einem Hunde deutlich feststellen.

SCHAEFER (Gr.-Lichterfelde).

1. E. TER KUILE. **Die Uebertragung der Energie von der Grundmembran auf die Haarzellen.** PFLÜGER'S *Archiv für die ges. Physiologie* 79, 146—157. 1900.
2. E. TER KUILE. **Die richtige Bewegungsform der Membrana basilaris.** *Daselbst* 79, 484—509. 1900.
3. MAX MEYER. **E. ter Kuile's Theorie des Hörens.** *Daselbst* 81, 61—75. 1900.

E. TER KUILE zeigt in der ersten Abhandlung, daß keine klare Vorstellung besteht über die mechanische Function der Haarzellen in der

Cochlea. Die Anschauung, zu der TER KUILE gelangt, ist die folgende, die wohl auch der Wirklichkeit entsprechen oder wenigstens ihr sehr nahe kommen dürfte. Der innere Pfeiler eines CORTI'schen Bogens kann durch die Grundmembran kaum direct in Bewegung versetzt werden. Dagegen muß der äußere Pfeiler die Bewegung der Grundmembran nothwendigerweise mitmachen. Unter diesen Umständen findet eine Drehbewegung des CORTI'schen Bogens statt um die Basis des inneren Pfeilers als Drehpunkt. Damit verknüpft ist eine Hinundherbewegung des Pfeilerkopfes und eine Zerrung der Haare, deren Spitzen TER KUILE in der Membrana tectoria befestigt denkt. Er macht darauf aufmerksam, daß ein Vorzug dieser Theorie darin besteht, daß den Pfeilern keine spezifische Function zugeschrieben wird, die bei den Vögeln und Amphibien, die keine Pfeiler haben, ausfallen müßte. Die Leistung der äußeren Pfeiler wird nach TER KUILE bei denjenigen Wirbelthieren, die keine CORTI'sche Bögen besitzen, von den Stützzellen übernommen, die, mit den Haarzellen regelmäßig abwechselnd, die Grundmembran mit dem Niveau der Haarzellenendplättchen verbinden.

In der zweiten Abhandlung zieht TER KUILE zunächst die beiden Möglichkeiten in Betracht, daß der äußere Pfeiler einfach auf der Grundmembran ruht, oder daß er eine Zugwirkung auf sie ausübt. Er neigt der letzteren Ansicht zu. Sodann betont er, daß es sich bei der Function des Gehörorgans um Massenbewegung der Lymphflüssigkeit handelt, nicht um molekulare Schwingungen, d. h. Verdichtungen und Verdünnungen, der Flüssigkeit. (Die Voraussetzung von Massenschwingungen liegt auch meiner Theorie des Hörens zu Grunde. M. M.) Natürlich finden auch geringe Verdichtungen und Verdünnungen (Molekularschwingungen) in der Flüssigkeit statt. Aber diese pflanzen sich relativ so ungeheuer schnell in der kleinen Höhlung fort, daß man die Dichtigkeit der Flüssigkeit theoretisch als zur gleichen Zeit gleich groß an allen Orten annehmen muß. Der complicirte Aufbau des Gehörorgans wäre ganz zwecklos, wenn diese Dichtigkeitsänderungen von functioneller Bedeutung wären. Es würde ja jeder Theil des Organs zu jeder Zeit genau denselben Reiz erfahren wie jeder andere. Eine Zerlegung des Reizes wäre ausgeschlossen. Functionell kommen nur Massenbewegungen in Frage. So selbstverständlich dies auch sein sollte, es ist nützlich, daß TER KUILE es betont, da man die gegenheilige Behauptung leider immer wieder gedankenloserweise ausgesprochen findet.

Schließlich entwickelt TER KUILE das Princip einer neuen Hörtheorie. Dies stimmt insofern mit dem von mir bereits vor zwei Jahren ausgesprochenen überein, als er annimmt, daß beim Beginn einer Bewegung des Steigbügels die Grundmembran am Anfange, in der Nähe des runden Fensters, sich ausbuchtet muß. In der Durchführung dieses Principes weicht er nun freilich erheblich von mir ab, doch nicht zum Vortheil seiner Theorie. Nach meiner Theorie muß die Ausbuchtung sich über einen weiteren Bezirk ausbreiten, weil der Anfangstheil (wie jeder Theil) der Membran sich nicht so tief auszubuchten vermag, daß die ganze durch den Steigbügel verdrängte Flüssigkeitsmenge in der Ausbuchtung am An-

fange Platz finden könnte. E. TER KUILE dagegen nimmt an, daß keine Begrenzung der Tiefe der Ausbuchtung besteht, daß die Ausbuchtung vielmehr in Folge der Elasticität der die Grundmembran spannenden Gewebe sich nach der Spitze der Schnecke zu mit einer gewissen Geschwindigkeit fortpflanzt. Tonhöhe und Tonintensität hängen nach TER KUILE von folgenden Bedingungen ab. Die empfundene Tonhöhe ist ganz unabhängig von der Frequenz (!), mit der die sensiblen Nervenzellen erschüttert werden. Nach ihm ist die Tonhöhe, die man empfindet, abhängig von der Länge der Membranstrecke, über die sich die Ausbuchtung fortzupflanzen vermag. Es besteht eine eigenthümliche specifische Energie derart, daß die letzte (distalste) gereizte Zelle für die empfundene Tonhöhe maßgebend ist. Dagegen entspricht die Tonintensität der mittleren Stärke des Reizes, der auf alle zwischen Anfang und der distalsten gereizten Zelle dazwischen gelegenen Zellen ausgeübt wird. Wie diese Bedingungen der Tonhöhe und Tonintensität beim gleichzeitigen Hören mehrerer Töne zur Wirksamkeit kommen (das eigentliche Problem einer Theorie des Hörens!), darüber macht TER KUILE einige Andeutungen, die aber nicht ganz klar sind.

In der dritten (meiner eigenen) Abhandlung führe ich aus, was TER KUILE unterlassen hat. Ich wende nämlich seine (und meine eigene) Theorie des Hörens auf einen ganz einfachen speciellen Fall an, den Zusammenklang von zwei Tönen im Quintenintervall, und zeige, daß seine Theorie unhaltbar ist, während meine eigene mit den Thatsachen übereinstimmt. Nach seiner Theorie müßte man nämlich, wenn die Primärtöne 200 und 300 gleichzeitig erklingen, weder 200 noch 300 hören, sondern die drei Töne 100, 338 und 391. Wenn man auf dem Clavier *g* und *d'* gleichzeitig anschlägt, so müßte man nach seiner Theorie weder *g* noch *d'* hören, sondern *G*, *f'* und *g'*. Was dann aus der Musik werden würde, könnte man sich leicht ausmalen, wenn die Vorstellung davon nicht zu schrecklich wäre.

Außerdem zeige ich noch weitere Widersprüche von TER KUILE'S Theorie mit der Erfahrung und berichtige einige falsche Annahmen. Am wichtigsten ist TER KUILE'S Behauptung, daß der Steigbügel bei dem tieferen von zwei gleich starken Tönen, deren Schwingungszahlen sich verhalten wie 1 : 8, eine achtmal größere Amplitude beschreibe als bei dem höheren. Ich zeige, daß diese Behauptung falsch ist. Die Amplitude der Lufttheilchen ist in solchem Falle bei dem einen Ton allerdings achtmal so groß als bei dem anderen, aber die Druckunterschiede in der Luft sind bei beiden gleich groß. Da nun die Amplitude des Steigbügels proportional ist den Druckunterschieden in der Luft (nicht der Amplitude der Lufttheilchen), so folgt, daß bei gleich starken Tönen, wie immer die Tonhöhe sein mag, die Amplituden des Steigbügels gleich groß sind. „Die dem tiefen Ton als solchem inhärente große Amplitude“, von der TER KUILE auf Seite 504 und an anderen Stellen spricht, besteht daher nur in der Einbildung.

MAX MEYER (Columbia, Missouri).