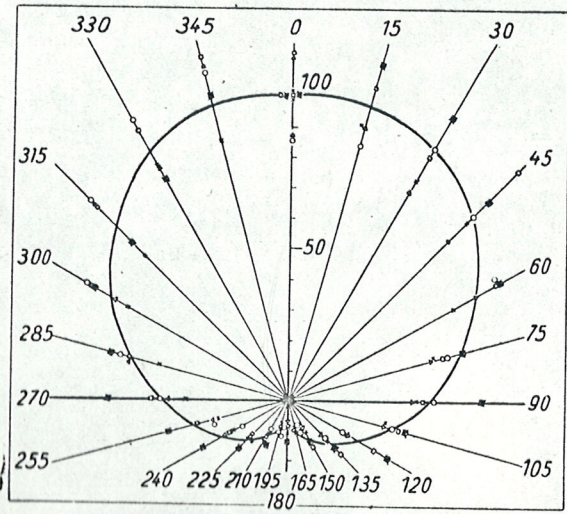


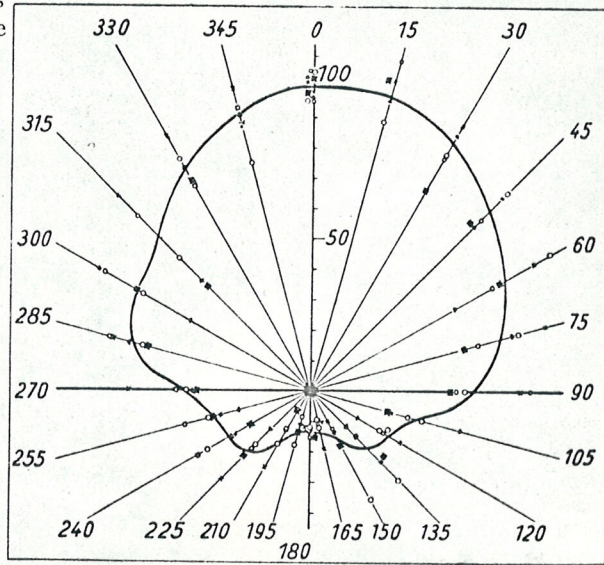
zeigt, hier befand sich an Stelle der Versuchsperson ein kleiner Blatthaller, und zwar von derselben Type, der seinerzeit bei den Richtwirkungsbestimmungen⁹⁾ an Lautsprechern benutzt wurde. Der Blatthaller wurde entsprechend einer damals durchgeführten Meßreihe mit 4500 Hz. erregt; die

diesem Falle die flächenmäßig verteilte Schallerregung und ferner auch der Umstand eine Rolle, daß die Schallquelle nicht in der Oberfläche selbst, sondern etwas hinter dieser gelagert ist.



S. 5-6000 Hertz

Abb. 7. Stimmrichtwirkung beim stimmlosen S



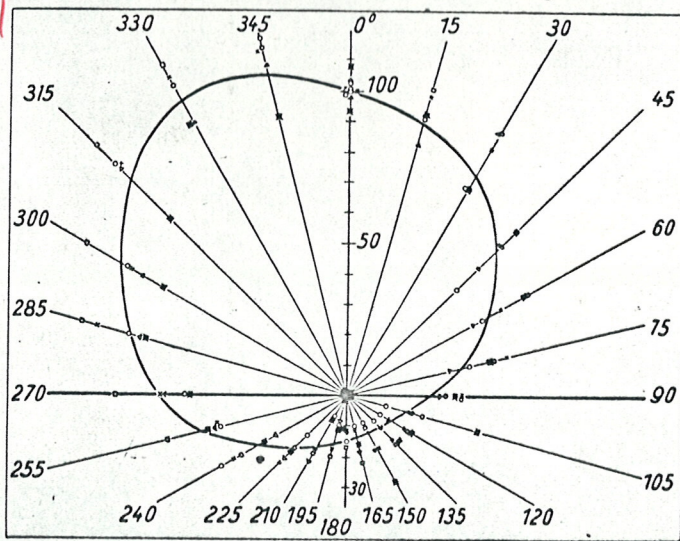
J.3300(220) Hertz

Abb. 8. Stimmrichtwirkung beim J

Kurve Abb. 5b, [als Polardiagramm eingezeichnet in Abb. 6] zeigt außerordentlich klar die Interferenzen. Die Kurve stimmt in der Lage und Höhe der Maxima sehr genau mit dem damals aufgenommenen Bild überein, die Minima sind — selbst wenn man von der Unsicherheit der Berechnung der kleinsten Werte wegen der genähert quadratischen Detektorcharakteristik absieht — tiefer als damals. Der Grund hierfür ist wohl der, daß die damaligen Messungen in einer Fensteröffnung durchgeführt wurden, so daß kleine Randeffectstörungen durch Gesimse, Verzerrungen und dergleichen nicht ganz zu vermeiden waren und daß daher die Auslöschung weniger deutlich in Erscheinung trat. Die auf Amplituden der Druckschwankungen umgerechneten Ergebnisse der Stimmrichtwirkungsmessungen zeigen die Abb. 7—11. Am stärksten ist die Richtwirkung des Zischlautes S. Vergleicht man die praktisch gewonnenen Ergebnisse mit der erwähnten, von Lord Rayleigh berechneten Kurve für die Schattenwirkung der Kugel ($h \cdot c = 10$, ein Fall, der für den menschlichen Kopf beim Zischlaut S einigermaßen erfüllt ist), so zeigt es sich, daß die Richtwirkung der Stimme praktisch etwas größer ist. Es spielt also wohl in

Das Maximum in der Mittelachse hinter der Kugel, das theoretisch zu erwarten ist, fehlt, eine Tatsache, die wohl auch durch die flächenhafte, nicht völlig konphas schwingende Schallquelle erklärt wird.

Auch für den hohen I-Formanten ist die Richtwirkung noch sehr beträchtlich. Die Abnahme gegenüber dem S ist jedenfalls nicht so stark wie man dies aus der Frequenzabnahme folgern sollte. Es scheint beim I die Trichterwirkung des Mundes,



J.3600(200) Hertz

Abb. 9. Stimmrichtwirkung beim J (andere Versuchsperson)

⁹⁾ F. Trendelenburg, Wiss. Veröff. a. d. Siemenskonzern V/2 (1926), 120.

1929 25. f. Trendelenburg, Physik 10, 558-563, 1929-7-9
 Beitrag zur Frage der Stimmrichtwirkung.
 Ker. v. d. d. v. d. S. 561

Dia 11/16

Dia 11/17

Dia 11/18

Weise nicht möglich, einen einzigen Oberton zu isolieren, wohl aber kann man ein enges Frequenzgebiet erhalten, dessen Abstrahlungsverhältnisse man dann untersuchen kann.

Abb. 2 zeigt die Klangbilder eines von einer Männerstimme gesungenen I (etwa 220 Hz.) Abb. 3 die eines anderen, von einer Frauenstimme gesungenen I (etwa 200 Hz.). Das enge, in diesem Klang nahezu allein vorhandene hohe Formantgebiet des I liegt bei etwa 3300—3600 Hz.

Um die Stimmrichtwirkung in den höchsten Frequenzgebieten zu untersuchen, wurde der Zischlaut S benutzt, Abb. 1 zeigt den engen Frequenzbereich (etwa 5000—6000 Hz.) dieses Sprachlautes, auch hierbei wurden die tiefsten Frequenzen durch den gehörmäßig arbeitenden Verstärker abgeschnitten. Zu bedenken ist bei Diskussion der an diesem Sprachlaut gewonnenen Resultate, daß das S nicht wie U und I vom Kehlkopf herrührt, sondern im wesentlichen in der vordersten Partie des Mundes, insbesondere an den Zähnen, zustande kommt. Das S wird also von einer flächenhaft verteilten Schallquelle abgestrahlt, wobei es offen bleiben muß, ob die einzelnen Teile der Schallquelle phasengleich schwingen und wie die Art der Schallerzeugung im einzelnen aussieht.

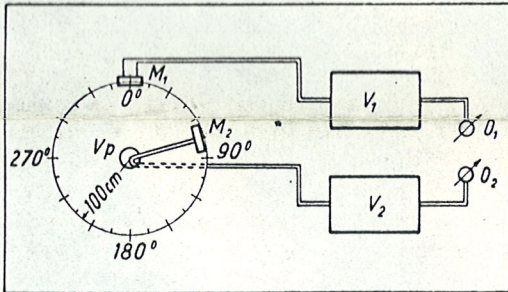


Abb. 4. Versuchsanordnung zu quantitativen Messungen über die Richtwirkung der menschlichen Stimme

Die Schallrichtwirkungsmessungen wurden in der Weise ausgeführt, daß die Versuchsperson (Vp., Abb. 4) auf einem drehbaren Gestell Platz nahm. An dem Gestell befestigt war ein Mikrophon, durch welches die Druckamplitude in der Mittelachse des Mundes fortlaufend registriert wurde. Ein zweites Mikrophon war (1 m vom Munde der Versuchsperson entfernt) fest im Raum angebracht, so daß bei einer Drehung des Gestells durch dieses Mikrophon der seitlich abgestrahlte Schall registriert werden konnte. Bei einiger Übung gelang es (wie Kontrollaufnahmen zeigten), das Schallbild des abgestrahlten Klanges während der Dauer des Einzelversuchs, also während der einmaligen Umdrehung des Gestells, so weit konstant zu erhalten, daß während des ganzen Versuchs praktisch gleiche Verhältnisse vorherrschten, sofern man von der etwas schwankenden Intensität des abgegebenen Schalles

absieht. Die Intensität in der Mittelnormalen wurde aber, wie erwähnt, durch das mit der Versuchsperson gedrehte Mikrophon fortlaufend registriert so daß die durch Intensitätsschwankungen bedingten Fehler rechnerisch ausgeglichen werden konnten.

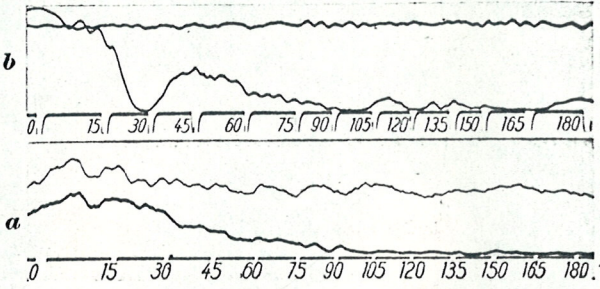
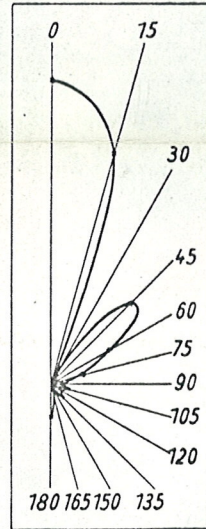


Abb. 5. Oszillographisch aufgezeichnete Richtwirkungskurve der Vokal I, hohes Formantgebiet (5a), und eines Blatthallers, 4500 Heitz (5b)

Abb. 5 zeigt Ihnen die Aufzeichnungen der Meßschleifen in den als Gleichrichterrohr geschalteten Endstufen der beiden jeweils untereinander gleichen Verstärker. Abb. 5a ist die Richtwirkung im Hauptformantgebiet des I, die Druckamplitude fällt be-



Blatthaller 4500 Hertz

Abb. 6. Richtwirkung eines Blatthallers (die Kurven 6—11 sind Polardiagramme der Druckamplitude)

reits bei 90° auf etwa 40%₀. Die Intensität für das für die Sprachverständlichkeit entscheidende hohe Formantgebiet des I beträgt hinter der Versuchsperson nur etwa 10%₀. Ausgesprochene Maxima und Minima sind nicht zu erkennen. Es ist ja auch einleuchtend, daß scharfe Interferenzstellen sich nicht ausbilden können, wenn das Schallfeld nicht rein sinusförmig, sondern durch ein Frequenzband erregt wird. Als Gegenstück dazu sei 5b

Handwritten notes on the left margin: 'Vorsicht an ordnung' and 'Bord reibung' with arrows pointing to the diagram and text.

Vertical handwritten notes on the right margin: '1929 28. f. Techn. Phys. 10, 558-568', 'KERN. volst. vol.', and 'Trendelenburg Beitrag zur Frage der Stimmrichtwirkung'.