durch die einer in einem Punkte concentrirten Masse substituirt werden darf. Man wird sich daher auch fernerhin auf den speciellen, jedoch für die praktische Ausführung vorzüglich geeigneten Fall der Kugel beschränken.

Physikal. Inst. d. Univ. Budapest, am 24. April 1879.

IV. *Ueber das Verhalten von Membranen in tönenden Luftsäulen; von W. Kohlrausch.*

Als Seebeck¹⁾ die Versuche von N. Savart über die Lage der Knoten und Bäuche in einem reflectirten stehenden Schallwellensystem wiederholte, fand er, dass Membranen, die von beiden Seiten der Luft frei zugänglich sind, in den Bäuchen, dagegen solche, die über ein geschlossenes Gefäss luftdicht gebunden nur einseitig mit der Aussenluft in Berührung stehen, in den Knoten schwingen. Er suchte die letztere Thatsache bekanntlich durch Umbeugung der Schallwellen an den Rändern des Gefässes zu erklären. Seitdem sind mehrfach ähnliche Beobachtungen²⁾ an Membranen in stehenden Luftschwingungen gemacht worden, aber nirgends finde ich die Erklärung der erwähnten Erscheinung dahin präcisirt, dass die Bewegung einer beiderseits freien „offenen“ Membran durch Mitnahme derselben von den Bewegungen der umgebenden Luft bedingt ist, dass dagegen eine Membran, die luftdicht über ein geschlossenes Gefäss gebunden ist — kurz „gedeckte“ Membran — durch schnell wechselnde Druckänderungen der äussern Luft in Schwingungen versetzt wird. Die im Folgenden zu beschreibenden Versuche bestätigen diese Erklärung des Verhaltens der Membranen und führen gleichzeitig auf einige andere erwähnenswerthe Erschei-

1) Pogg. Ann. LIX. p. 177. 1843.

2) V. v. Lang, Wied. Ann. VII. p. 303. 1879. Lord Rayleigh, Philos Mag. (5) Vol. VII. p. 149. 1879.

nungen bezüglich einer Aenderung der normalen Vertheilung von Knoten und Bäuchen in stehenden Luftwellen.

Eine Labialpfeife, aus einem 50 mm weiten, 1050 mm langen Glasrohr bestehend, das auf ein Holzmundstück aufgekittet war, wurde oben durch einen Kork geschlossen, und auf einem auf das Rohr geklebten Papierstreifen wurde eine Millimetertheilung angebracht, deren Nullpunkt an der untern Korkfläche lag. Man regulirte bei constant gehaltenem Gebläsedrucke die Spaltweite, bis die Pfeife ihren dritten Oberton angab. Eine Vergleichssirene ergab dessen Schwingungszahl zu 466,5 Schwingungen in der Secunde für trockene Luft von 0°.

Die Membranen aus ganz dünnem Kautschuk, von dem 1 qcm 0,005 g wog, waren über den Rand kleiner Bechergläser schwach gespannt festgebunden und luftdicht verklebt. Die Böden der Gläser wurden abgesprengt und bei den als „gedeckt“ bezeichneten Membranen die unteren Oeffnungen der Gläser mit Glasplatten wieder luftdicht verkittet.

Die Gläser konnten in aufrechter oder in umgekehrter Stellung, d. h. mit der Membran nach oben oder nach unten gekehrt nach Art der Waagschalen an einem feinen Faden aufgehängt werden, der durch ein oben im Kork steckendes feines Glasröhrchen dicht durchging. Sollten zwei Membranen gleichzeitig beobachtet werden, so war die obere am Faden, die untere an einem dünnen Draht befestigt, der zwischen Kork und Glasrohr auf und ab geschoben werden konnte. Die Dimensionen einiger der Membranen waren folgende:

Membran Nr.	Membran- durchmess.	Glashöhe	Membran Nr.	Membran- durchmess.	Glashöhe
1 offen	42 mm	46	5 gedeckt	29 mm	33
2 offen	36	27	6 gedeckt	29	13
3 offen	30	33	7 offen	40	—
4 gedeckt	29	43			

Der Durchmesser des Glases war meist um 5—7 mm geringer als der des Randes, über den die Membran ge-

spannt war. Nr. 7 der Tabelle war über einen 4 mm hohen Blechring ausgespannt. Ein 3—4 mm hoher Papierrand war um die Membranen herum aufgeklebt, damit die Korkfeilspähne, die die Bewegung derselben sichtbar machten, bei der aufrechten Stellung nicht herabfielen. Die Membranen waren nicht auf den Pfeifenton abgestimmt; eine Aenderung ihrer Spannung änderte die mitzutheilenden Resultate nicht merklich.

Die Ergebnisse der Beobachtung sind im wesentlichen folgende. Alle offenen Membranen zeigten in den Bäuchen eine sehr lebhaft Bewegung, in den Knoten kamen sie fast ganz zur Ruhe. Eine kleine Bewegung blieb auch da wohl wegen schwacher Obertöne bemerkbar. Die Lage der Knoten liess sich mit Membran Nr. 7 durch Einstellung auf kleinste Bewegung der Korkspähne mit grosser Schärfe bestimmen, und die Einstellung änderte sich nicht beim Umkehren der Membran. Die Knoten, auf welche eingestellt werden konnte — der dritte lag schon unten im hölzernen Theil der Pfeife — fanden sich als bei den Theilstrichen 358 und 715 gelegen, und die Tonhöhe stimmte bis auf $\pm 0,2$ Proc. mit der des leeren Rohres überein, wenn die Membran im Knoten stand.

Umgekehrt zeigten alle gedeckten Membranen die grösste Bewegung in den Knoten, die kleinste in den Bäuchen. Sucht man aber die Lage der kleinsten Druckänderungen mittelst derselben zu bestimmen, so findet man, dass die Membranen, je nachdem man sie aufrecht oder umgekehrt in die Röhre hinablässt, unter oder über der zu erwartenden Lage des Bauches zur Ruhe kommen. Dasselbe findet in demselben Sinne für die offenen Membranen Nr. 1, 2 und 3 bei den Knoten statt.

Die gedeckten Membranen Nr. 4, 5 und 6 geben ohne erkennbar gesetzmässigen Einfluss der Höhe des Glases einen Abstand der beiden Einstellungen, nämlich der aufrechten und umgekehrten Membran, von ca. 44 mm voneinander. Der Abstand scheint mit dem Durchmesser der Membran und des Glases zuzunehmen. Numerisch liess

sich diese Zunahme jedoch nicht bestimmen, da kleinere Membranen unempfindlich waren, während bei grösseren der Ton sehr leicht umschlug. Die offenen Membranen Nr. 1, 2 und 3 kommen in aufrechter und umgekehrter Stellung in zwei Punkten zur Ruhe, die nur um 2—4 mm voneinander abstehen; dieser Abstand nimmt aber mit Verkleinerung der Oeffnung des Glases zu. Das Glas der Membran Nr. 2 wurde z. B. mit einem Pappdeckel geschlossen, der in der Mitte durchlocht war. Bei den Durchmessern der Löcher von 15, 7 und 2 mm wuchs der obige Abstand auf 10, 27 und 40 mm.

Zudem findet sich nun, dass der Ton — bei offenen Membranen wenig, bei gedeckten bedeutend — sich vertieft, wenn die Membran in einem Bauche sich befindet. Zieht man die Membran durch die Pfeife, so hört man neben der von Hrn. v. Lang (l. c.) beobachteten Intensitätsänderung ein periodisches Auf- und Abschweben des Tones. Demnach liegt hier eine Aenderung der Wellenlänge vor, die zunächst näher zu untersuchen ist. Zu dem Zweck wurde eine Glasplatte von 42 mm Durchmesser successive in die verschiedenen Bäuche gehängt und mit Membran Nr. 7 dann die Knoten bestimmt. Es ergab sich Folgendes:

Stellung der Glasplatte	Membran Nr. 7 in Ruhe bei	$\frac{\lambda}{2}$
170	339,8	339,8
	707,1	367,3
538	372,2	372,2
	702,2	330,0
900	371,0	371,0
	740,1	369,1

Dabei wurde die Tonhöhe sowohl direct mit der Sirene, als indirect mit Hülfe einer auf den Ton des leeren Rohres abgestimmten zweiten Pfeife zu 454 Schwingungen in der Secunde bestimmt, woraus sich auf Grund der Angaben von p. 585 und $586 \frac{\lambda}{2} = 367 \text{ mm}$ ergibt. Daraus geht also

durch Vergleich mit den Zahlen der Tabelle hervor, dass diejenige halbe Welle, in deren Bauch sich die Glasscheibe befindet, sich verkürzt, dass die zwei anderen frei schwingenden sich verlängern, und die dabei resultirende Tonhöhe sehr nahe die den frei schwingenden halben Wellen zukommende ist. Das gleiche Resultat fand sich mit einer Pappscheibe gleicher Grösse, ein analoges nur mit kleineren Unterschieden in Wellenlänge und Tonhöhe bei Untersuchung der gedeckten Membranen. Dabei ist es gleichgültig, ob sich die Membran in der aufrechten oder der umgekehrten Stellung befindet. Mit Membran Nr. 5 fanden sich z. B. folgende Daten:

Membran	Nr. 5	Nr. 7	$\frac{\lambda}{4}$	$\frac{\lambda}{2}$	Membran	Nr. 5	Nr. 7	$\frac{\lambda}{4}$	$\frac{\lambda}{2}$
Stellung	Einstellung				Stellung	Einstellung			
aufrecht	192	344	192	344	umgekehrt	516	363	153	363
		704	152	360			704	188	341
umgekehrt	155	342	155	342	aufrecht	917	363	—	363
		703	187	361			724	193	361
aufrecht	559	362	197	362	umgekehrt	876	362	—	362
		704	145	342			725	151	363

Dabei bezieht sich $\frac{\lambda}{4}$ auf die Hälften derjenigen Halbwelle, in der sich die Membran Nr. 5 befindet. Die Tonhöhe des Pfeifentones ergab sich hier zu 460 Schwingungen in der Secunde. Auf Grund der Angaben p. 585 und 586 ergibt sich daraus eine Länge der halben Welle von 362 mm, also wie oben gleich dem grössern beobachteten Werthe von $\frac{\lambda}{2}$.

Bringt man die Membranen nicht wie bei den Versuchen, auf die sich die Zahlen der Tabelle stützen, in die Mitten der halben Wellen, sondern nähert man dieselben den Knoten, so nähert sich der Ton dem der leeren Pfeife, und die Unterschiede der Wellenlängen nehmen ab.

Durch diese Beobachtungen ist einerseits der Unterschied der Einstellungen der offenen Membranen Nr. 1, 2 und 3 in der aufrechten und umgekehrten Stellung er-

klärt, sowie das Wachsen des Abstandes bei Verengerung der Glasöffnung, indem hier das Aufsatzrohr (Becherglas) der Membran, bezüglich die durchlochte Pappscheibe, die halbe Welle, in der es sich befindet, verkürzt. Andererseits ist es aber nicht unwahrscheinlich, dass ein ähnlicher Vorgang bei den gedeckten Membranen in den Viertelwellenlängen stattfindet in der Weise, dass die Viertelwelle, in der sich das feste, geschlossene Ende des Glases befindet, sich verkürzt, die andere sich verlängert. Es kommen also über Gläser gespannte gedeckte und offene Membranen nicht über und unter, sondern in den Bäuchen und Knoten zur Ruhe, aber durch Einführung der Membranen verschieben sich Bäuche und Knoten.

Als Hauptresultate der Versuche würden sich demnach folgende ergeben:

1. Offene (beiderseits mit der Luft frei in Berührung stehende) Membranen schwingen in den Bäuchen stehender Wellen und kommen in den Knoten zur Ruhe; gedeckte (einseitig von der Aussenluft abgeschlossene) Membranen schwingen in den Knoten und kommen in den Bäuchen zur Ruhe.

2. Eine feine offene, über einen Ring gespannte Membran ist ein sehr empfindliches Mittel, die Lage der Knoten in stehenden Wellen zu bestimmen.

3. Bringt man zwischen zwei Knoten der stehenden Schwingungen einer Pfeife einen festen Körper, so verkürzt sich die zwischen diesen zwei Knoten liegende halbe Welle, während die anderen sich verlängern, und die Pfeife gibt einen den längeren halben Wellen entsprechenden, also tiefern Ton.

Schliesslich mag noch eine Erscheinung erwähnt werden, die die sehr empfindliche Membran Nr. 1 zeigte, und die mit den von Hrn. Kundt zuerst beobachteten staubfreien Stellen an den Knoten der Staubfiguren in Röhren gleichen Ursprungs sein dürfte. An zwei bestimmten Stellen nämlich, die sowohl für die aufrechte als für die umgekehrte Stellung der Membran etwa 10 mm von den Knoten-

einstellungen beiderseits entfernt liegen, nahm die Bewegung der Membran plötzlich stark ab, um dann bis zum Knoten hin sich nur noch sehr wenig zu verringern. Leider liess sich der Ton der Pfeife nicht so stark hervorbringen, um Staubfiguren zu erhalten, sodass ein Vergleich beider Erscheinungen bezüglich der Dimensionen nicht angestellt werden konnte.

Physikal. Inst. d. Univ. Strassburg i. E., Juli 1879.

**V. Ueber allmähliche Ueberführung des Bandenspectrums des Stickstoffs in ein Linienspectrum;
von A. Wüllner.**

(Aus den Sitzungsberichten der k. bayer. Akad. zu München.)

§ 1. In der Auffassung der Spectralerscheinungen, welche die durch den Inductionsstrom zum Glühen gebrachten Gase darbieten, stehen sich zwei Ansichten einander gegenüber. Die eine ist im Grunde die ursprünglich von Ångström ausgesprochene, der für ein bestimmtes Gas anfänglich nur ein einziges, und zwar ein aus einzelnen Linien bestehendes Spectrum als möglich annahm. Die von Plücker und Hittorf beschriebenen Bandenspectra glaubte er Verunreinigungen zuschreiben zu müssen, wie er denn speciell das Bandenspectrum des Stickstoffs einer Oxydationsstufe desselben zuschrieb. Diese Oxydationsstufe glühe als solche, wenn der Strom ohne Funken durch das Gas gehe; sie werde zerrissen durch den Funken, und der Stickstoff gebe dann für sich glühend das Linienspectrum des Stickstoffs.

Später hat dann Ångström im Jubelbande von Pogg. Ann. es als möglich zugegeben, dass ein einfacher Körper beim Glühen im gasförmigen Zustande mehrere Spectra liefern könne. Er nahm dann aber an, dass der Körper mit sich selbst Verbindungen eingehe, also isomere