

genauere Beschreibung dieses Apparates, sowie die Belege für seine Leistungsfähigkeit, im Vergleiche mit derjenigen der anderen zum Tetanisiren auf elektrischem Wege gebrauchten Inductionsapparate, wird Hr. Cand. med. A. Flügel in seiner Dissertation geben. Mit Hülfe dieser Vorrichtung zeigte der Vortragende, dass auch der minimale Tetanus continuirlich bleibt, sobald die Frequenz der Reize über 20 in einer Secunde gestiegen ist. Es verläuft dann die Tetanuscurve an dem Kymographioncylinder nahe über der Abscisse, in spiraligem, nahezu geradlinigem Verlaufe derselben sich nähernd, in dem Maasse, als die Ermüdung fortschreitet. Nur wenn Unregelmässigkeiten im Contacte auftreten (wenn die bewegende galvanische Kette so stark ist, dass das Pendel geschleudert schwingt), zeigen sich einzelne Zuckungen verschiedener Höhe in unregelmässigen Intervallen. Diese rühren (wie die übermaximalen Zuckungen bei den Fallhammerschliessungen) vom Spritzen des Quecksilbers her, sind also Summationszuckungen, was daraus ersichtlich ist, dass sie auch bei solcher Stromstärke auftreten, bei der Einzelreize unwirksam sind.

Es sind also klonische Krämpfe des Muskels höchst wahrscheinlich in allen Fällen durch die reizenden Mittel verschuldet. Es sind hierbei die unreinen Contacte an den Inductorien in gleiche Linie zu stellen mit den chemischen Substanzen, die, auf Rückenmark, Nerv oder Muskel gebracht, den noch erregbaren Theilen in wechselndem Strome zufließen und somit die discontinuirlichen Contractionen des Strychninkrampfes, des Kochsalz- und Ammoniak-Tetanus veranlassen.

Der Muskel giebt in seinen Bewegungen wahrscheinlich stets ein treues Bild der Reize, welche ihn treffen. Der künstliche Muskelton zeugt für die ausnehmende Beweglichkeit und Folgsamkeit der Muskelelemente.

Man muss daher wohl auch in den Fällen krankhaften oder senilen Muskelzitterns auf mangelhafte Innervation, nicht auf beschädigte Muskelernährung schliessen. Schädigungen der Muskelsubstanz, wie sie durch mechanische, thermische oder chemische Läsionen, oder durch Ermüdung herbeigeführt werden, äussern sich nicht so sprungweise, sondern vornehmlich in allmählicher Veränderung der Zuckungcurve. Es wird der absteigende, der Erschlaffung entsprechende Theil abnorm verlängert (Contractur), so dass selbst in Intervallen von mehreren Secunden folgende Reize einen partiellen Tonus hervorrufen.

IV. Sitzung am 30. November 1877.

Hr. DU BOIS-REYMOND begleitete Versuche am Telephon mit folgenden Bemerkungen:

Das Telephon hat für die Physiologie der Sprache eine Wichtigkeit, welche bisher nicht gebührend hervorgehoben ward, wie denn überhaupt die richtige Erklärung seiner Wirkung dem Vortragenden noch nicht gedruckt vorkam. Sie soll hier in grösster Einfachheit gegeben werden, wobei der Bau des Graham Bell'schen Telephons als bekannt vorausgesetzt wird.

Nach Hrn. Helmholtz vernehmen wir eine Klangmasse mit besonderer Klangfarbe, weil sie aus sinusoiden Elementen verschiedener Schwingungszahl und bestimmter verhältnissmässiger Amplitude besteht. Die Lage, welche die verschiedenen Sinusoïden auf der Abscissenaxe zu einander einnehmen, oder

die dadurch bedingte Gestalt der resultirenden Curve, kommt dabei nicht in Betracht. Diese Lehre wurzelt in der Lehre von den specifischen Energien der Nerven in der ihr von Hrn. Helmholtz ertheilten Gestalt, wonach dieselbe Nervenfasern nur quantitativ verschiedene Empfindungen vermittelt. Sobald gewisse Hörnervenfasern in einem gewissen Verhältnisse der Stärke erregt werden, hören wir mit besonderer Klangfarbe, gleichviel welche Phasen der Sinusoiden, mit welchen die schwingbaren Endigungen jener Fasern consoniren, zeitlich zusammenfallen, oder, wie man sich ausdrückt, gleichviel was der Phasenunterschied jener Sinusoiden sei.

Um zu verstehen, wie der Empfänger am Telephon *B* vernehme, was der Absender in das Telephon *A* hineinspricht, genügt es also zu zeigen, dass ein sinusoides Element der die Luft bei *A* erschütternden Klangmasse sich als verhältnissmässig gleich starkes sinusoides Element gleicher Schwingungszahl der an *B* grenzenden Luft mittheile.

Dass die Eisenmembran von *A* durch die sinusoiden Schwingungen der angrenzenden Luft in ebensolche Schwingungen versetzt werde, welche den eben aufgestellten Bedingungen entsprechen, bedarf nicht der Erörterung. Bei der Kleinheit der Ausbiegungen der Eisenmembran darf man aber auch die Aenderung, welche diese Ausbiegungen im magnetischen Potentiale der Membran und des Stabes auf die Rolle hervorbringen, der Excursionsweite ohne merklichen Fehler proportional setzen. Dann schwankt, bei einer bestimmten sinusoiden Schwingung der Membran, jenes Potential bezogen auf die Zeit auf und ab in einer Sinusoide, und diese Sinusoide hat gleiche Schwingungszahl, und, in Bezug auf die anderen Sinusoiden derselben Klangmasse, gleiche verhältnissmässige Amplitude mit der in's Auge gefassten Sinusoide der Membran und der angrenzenden Luft. Nennt man das Potential *P*, so ist

$$P = \text{const.} \sin t.$$

Die Schwankungen von *P* induciren in der Spirale Ströme, deren elektromotorische Kraft in jedem Zeittheilchen proportional ist $\frac{dP}{dt}$. Nun aber ist

in diesem Falle

$$\frac{dP}{dt} = \text{const.} \cos t,$$

mit anderen Worten, der die Luft vor der Membran erschütternden Sinusoide entspricht im Leitungsdraht des Telephons ein Strömungsvorgang, welcher, abgesehen von der Induction des Drahtes auf sich selber, in der Zeit dargestellt wird durch eine Cosinusoide, d. h. durch eine um 90° auf ihrer Abscissenaxe verschobene Sinusoide.

Dieser Strömungsvorgang ruft im Magnet des Telephons *B* wieder eine Schwankung seiner Kraft hervor, welche nach bekannten Erfahrungen der sie erzeugenden Stromstärke proportional ist, und wegen ihrer Kleinheit auch proportionale Ausbiegungen der Eisenmembran von *B* und der angrenzenden Luftschicht erzeugt.

So also bleibt von Eisenmembran zu Eisenmembran im Wesentlichen Schwingungszahl- und verhältnissmässige Amplitude aller sinusoiden Elemente gewahrt, aus denen eine Klangmasse besteht, weil, vermöge des Grundgesetzes elektrischer Induction, sinusoiden Schwingungen im Raume cosinusoide Stromwellen in der Zeit erregen. Die höchste Beachtung verdient nun aber, dass in Folge

dieser Umwandlung die bis zur Erregung der Inductionsströme zusammenfallenden Phasen der verschiedenen Sinusoiden vollständig gleichsam durcheinandergeworfen werden, indem jede Sinusoide um eine Viertelschwingungsdauer verschoben wird, dass also die Gestalt der resultirenden Curve für die an *B* grenzende Luft eine ganz andere wird, als die der resultirenden Curve für die an *A* grenzende Luft war.

Man sieht somit, dass die Möglichkeit des Telephonirens auf dem glücklichen Zusammentreffen zweier Umstände beruht, erstens, der Art wie die Stärke der Induction mit der Aenderung des Potentials verknüpft ist, zweitens, der Unabhängigkeit der Klangfarbe vom Phasenunterschied der in die Klangmasse eingehenden Sinusoiden.

Bei seinem berühmten Versuch über Vocal-Synthese bewies Hr. Helmholtz diese Unabhängigkeit auf einem etwas verwickelten Wege, indem er theils durch Verstimmung Phasenunterschiede der Stimmgabeln hervorrief, theils den Strom im Elektromagnet der betreffenden Gabel umkehrte. Eine einfache und vollkommen durchsichtige Art, diese Wahrheit in Vorlesungen vorzuführen, besteht beiläufig darin, eine König'sche Gabel *ut₃* und eine *ut₄* mit dem Violinbogen zu streichen, und letztere plötzlich zum Schweigen zu bringen. Dabei ändert sich die Klangfarbe von *ä* zu *u*: sichtlich ganz unabhängig vom Phasenunterschiede, der bei dieser Versuchsweise nicht zweimal derselbe sein wird. Ein schlagenderer Beweis für die Richtigkeit der Helmholtz'schen Lehre liesse sich aber nicht geben, als der, welcher jetzt in der Möglichkeit telephonischer Uebertragung der Klangfarbe liegt.

Ogleich hier immer von Tönen die Rede war, bei welchen allein von Zusammensetzung der Klangmasse aus regelmässigen Sinusoiden gesprochen werden kann, lässt sich das Gesagte doch mit hinreichender Genauigkeit auch auf die unregelmässigen Erschütterungen der Geräusche ausdehnen.

So beansprucht denn die Theorie des Telephons kein neues Princip, und, was das Wesen der Vorgänge betrifft, wiederholt sich darin nur Bekanntes. Aus den vorhandenen Lehren hätte man das Telephon schon vor Jahren ableiten und a priori construiren können. Allein was Niemand vorhersehen konnte, und was, auch nachdem das Telephon erfunden ist, noch immer überrascht, ist die Stärke, mit welcher darin die Wirkungen sich fortpflanzen. An diesem merkwürdigen Beispiele zweimaliger Verwandlung und Zurückverwandlung von Kräften mit zuletzt so mässigem Verlust an mechanischer Kraft zeigt sich auf's Neue, worauf schon Manches deutete, dass bei Fortpflanzung von Molecularwirkungen weniger Kraft Wärme wird, als bei der mit Reibung verbundenen Uebertragung der Bewegung von Masse auf Masse.

Unter diesen Umständen erscheint es aber der Mühe werth, die elektrischen Ströme im Draht des Telephons noch anders als akustisch nachzuweisen. Da es um Wechselströme sich handelt, muss deren Wirkung an der Bussole sich aufheben. Das Weber'sche Elektrodynamometer wäre geeignet, diese Ströme sichtbar zu machen, und ihre Stärke bei verschiedenen Klängen zu erforschen. Es giebt aber noch eine andere Art, solche Ströme nachzuweisen. Wie Hr. R. Grossmann zeigte, tetanisiren die durch musikalische Schwingungen eines Magnetstabes inducirten Ströme den stromprüfenden Froschschenkel.¹ Es ge-

¹ E. du Bois-Reymond, *Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysik*. Bd. I. Leipzig 1875. S. 170.

lingt nun leicht, auch durch die Ströme des Telephons Zuckung zu erregen. Man braucht nur die beiden Drahtenden, statt mit den Klemmschrauben von *B*, mit denen der feuchten Reizungsröhre¹ zu verbinden, deren Ringlektroden der Nerv aufliegt, so geräth der Schenkel in Zuckungen, sobald man in das Telephon *A* hineinspricht, -singt, -pfeift; oder auch nur dessen Trichter etwas kräftig auf den Tisch aufsetzt. Dabei zeigt sich, dass der Nerv für gewisse Laute empfindlicher ist, als für andere. Ruft man ihm zu: Zucke! so zuckt der Schenkel; auf das erste *i* in: Liege still! reagirt er nicht. Die Klänge mit tieferen charakteristischen Obertönen sind also wirksamer, als die mit höheren, wie der Grossmann'sche Versuch besser geht, wenn der Stab nur transversal um seine Mitte, als wenn er mit Knoten schwingt.

Hierauf spricht Hr. E. BAUMANN „Ueber die Synthese von Aetherschweifelsäuren im Organismus und die Phenolvergiftung.“

Unter normalen Verhältnissen entstehen im Säugethierkörper und zwar in erster Linie im Darne eine Anzahl aromatischer Verbindungen, welche im Harn dieser Thiere in Form von Aetherschweifelsäuren austreten, als Phenol-, Kresol-, Brenzcatechin-Schwefelsäure, Indican; wahrscheinlich gehört nach Brieger auch eine Scatolschwefelsäure zu diesen Verbindungen. Führt man von aussen Phenol, Kresol, Brenzcatechin, Indol in den Thierkörper ein, so können dadurch die Aetherschweifelsäuren des Harns so weit vermehrt werden, dass die Schwefelsäure bez. die schwefelsauren Salze vollkommen verschwinden. Der Schwefelgehalt dieser gepaarten Verbindungen stammt aus im Thierkörper fertig gebildeter Schwefelsäure; denn vergiftet man einen Hund mit einer grösseren Menge Phenol und giebt ihm, nachdem die Schwefelsäure im Harn verschwunden ist, abgewogene Mengen von schwefelsaurem Natron, so erscheint der grössere oder kleinere Theil auch von diesem in Form von phenolschwefelsaurem Alkali.

Die Menge der normal vom Thierkörper ausgeschiedenen Aetherschweifelsäuren hängt lediglich ab von der Menge der hauptsächlich im Darne gebildeten, aromatischen Paarlinge; und diese ist wiederum bedingt 1) durch die Nahrung und 2) durch den Zustand des Darmcanals, d. h. die verschiedene Intensität der in demselben verlaufenden Fäulnisprocesse. Mit dieser Definition der Abstammung der gepaarten Schwefelsäuren stimmen auch die Untersuchungen des Hrn. Salkowski über den Einfluss der Darmverbindung auf dieselben überein.

Der Thierkörper besitzt nun aber nicht bloss das Vermögen, die in ihm selbst gebildeten Verbindungen, wie Phenol, Kresol, Indol u. s. w., in Aetherschweifelsäuren überzuführen; nach Untersuchungen von E. Herter² und dem Vortragenden zeigt vielmehr ein sehr grosser Theil der aromatischen Verbindungen überhaupt ein dem Phenol oder Indol analoges Verhalten im Organismus; in ausgezeichneter Weise kommt diese Eigenschaft allen den Hydroxyderivaten aromatischer Kohlenwasserstoffe zu, die man als Phenole bezeichnet, ferner einem sehr grossen Theile der Derivate derselben; bei letzteren wurde die bemerkenswerthe Thatsache beobachtet, dass isomere Substanzen ein verschiedenes Verhalten im Thierkörper zeigen können; so bildet z. B. die Salicylsäure niemals eine bemerkbare Menge von gepaarter Schwefelsäure, während nach Eingabe

¹ A. a. O. S. 211.

² Hoppe-Seyler, *Zeitschrift für physiol. Chemie.* Bd. I. Hft. 4.