

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Elementare Vorlesungen über Elektrizität und Magnetismus

Thompson, Silvanus Phillips

Tübingen, 1897

Kapitel XIII. Telephonie

KAPITEL XIII.

TELEPHONIE.

LIII. VORLESUNG: *Elektrische Telephone.*

505. Die ersten Telephone. Der erste erfolgreiche Versuch, einen Schall auf elektrischem Wege zu übertragen, wurde im Jahre 1861 von Reis angestellt, dem es gelang, musikalische und andere Töne durch ein unvollkommenes Telephon zu übertragen. Bei diesem Apparate wirkte die Stimme auf eine lose Berührungsstelle in einem elektrischen Stromkreise, und indem jene Teile fester oder loser zur Berührung gebracht wurden (Art. 395), variierte danach der Widerstand des Stromkreises. Der übertragende Teil des Telephons von Reis bestand aus einer Batterie und einem Unterbrecher, welcher letzterer aus einem Trommelfell oder Diaphragma ausgespannter Membran gebildet war und Schallwellen in sich aufnehmen konnte. An demselben war ein dünner, elastischer Platinstreifen befestigt, der beim Vibrieren gegen die Spitze eines Platindrahtes anschlug und auf diese Weise bei jeder Schwingung die Berührung gänzlich oder teilweise herstellte oder unterbrach, genau ebenso, wie dies bei den Kohleberührungen in den neuern Uebertragern von Blake, Berliner etc. der Fall ist. Der empfangende Teil des Apparates bestand aus einem Eisendrahte, der an einem Resonanzboden befestigt war und den eine isolierte Drahtspirale umgab, welche einen Teil des Stromleiters bildete. Die schnelle Magnetisierung und Entmagnetisierung eines solchen Eisenkerns erzeugt hörbare

Schallwellen (Art. 124). Aendert sich der Strom, so wird der Eisendraht zum Teil magnetisiert und entmagnetisiert und es entstehen dementsprechend Schwingungen von verschiedenen Amplituden und Formen; folglich wird ein solcher Draht in vollkommener Weise als Empfangsapparat dienen, welcher gesprochene Worte wieder hervorbringt, wenn ein guter Geber gebraucht wird. Reis selbst pflanzte mit Hilfe seines Apparates gesprochene Worte weiter fort, aber nur in unvollkommener Weise, denn alle Töne der Sprache lassen sich nicht durch plötzliche Stromunterbrechungen übertragen, welche bei dem Geber von Reis leicht vor sich gehen, wenn in denselben hineingesprochen wird, da der Kontakt ein sehr loser ist. Dieselben erfordern leichte Schwingungen, bald einfache, bald zusammengesetzte, entsprechend der Natur des Tones. Die Vokale werden durch periodische und zusammengesetzte Schwingungen in der Luft erzeugt; während die Konsonanten zum grössten Teil nicht periodisch sind.

Reis erfand auch einen zweiten Empfangsapparat, bei dem ein Elektromagnet eine elastisch aufgehängte Eisenarmatur anzog, welche infolge der Anziehung des mehr oder weniger unterbrochenen Stromes hin und her vibrierte.

Im Jahre 1876 erfand Elisha Gray einen Uebertrager, bei welchem das gesprochene Wort auf einen veränderlichen Wasserwiderstand wirkt, der aus einem in Wasser tauchenden Platindraht gebildet wird. Er konstruierte einen elektromagnetischen Empfangsapparat.

Ferner erfanden Varley und Dolbear Telephonempfänger, bei denen die Anziehung zwischen den mit entgegengesetzten Elektrizitäten geladenen Armaturen eines *Kondensators* zur Erzeugung von Tönen benutzt wurde. Dolbear's Empfänger besteht bloss aus zwei dünnen Metallscheiben, die durch eine sehr dünne Luftschicht von einander getrennt sind. Je nachdem die veränderlichen Ströme in diesen Kondensator einfließen oder wieder ausströmen, ziehen sich die beiden Scheiben mit grösserer oder geringerer Kraft an; hierdurch entstehen Schwingungen, welche denen des ursprünglichen Tones entsprechen.

Im Jahre 1876 erfand Graham Bell das Magneto-Telephon. Bei diesem Apparate spricht der Redende gegen eine elastische Platte von dünnem Eisenblech, welche vibriert und jede ihrer Bewegungen auf elektrischem Wege auf eine ähnliche Platte in einem ebenso eingerichteten Telephone an einer entfernten Station überträgt, und sie genau in dieselben Vibrationen versetzt, wodurch dann dieselben Töne erzeugt werden. Die Uebertragung der Vibrationen hängt mit den Prinzipien der in der 18. Vorlesung erklärten magneto-elektrischen Induktion zusammen.

Fig. 273 zeigt das Bell'sche Telephon im Querschnitt. Die Scheibe D befindet sich hinter einem konischen Mundstücke, an welches der Sprecher seinen Mund oder der Hörer sein Ohr hält. Hinter der Scheibe liegt ein Magnet AA, welcher der Länge nach durch den Apparat führt; und um seinen vordern Pol, welcher beinahe die Scheibe berührt, ist eine kleine Spule befestigt, auf welche eine Rolle C aus feinem, isoliertem Drahte gewunden ist, dessen Enden

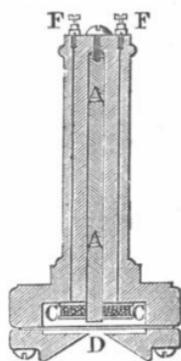


Fig. 273.

mit den Endschrauben FF verbunden sind. Von diesen Apparaten dient der eine als Geber, der andere als Empfänger der Töne; beide sind durch zwei Drähte zu einem Stromkreise verbunden. Eine Batterie ist nicht erforderlich, denn der Geber selbst erzeugt die induzierten Ströme in folgender Weise: Der Magnet AA induziert eine gewisse Anzahl von durch die Rolle C führenden Kraftlinien. Viele von ihnen gehen in die eiserne Scheibe. Bewegt sich diese beim Vibrieren nach dem Magnetpole zu, so wird sie von mehr Kraftlinien getroffen; entfernt sie sich vom Magnetpole, so wird sie von weniger Kraftlinien getroffen. Ihre hin und her gehende Bewegung *ändert also die Zahl der Kraftlinien, welche durch den Hohlraum der Rolle C führen*, und erzeugt demnach (Art. 220) in dem Drahte der Rollen Ströme, deren Stärke dem Wechsel der Anzahl von Kraftlinien proportional ist. Das Bell'sche Telephon kann daher, wenn es als Geber benutzt wird, als magnetelektrischer Generator angesehen

werden, der durch Hin- und Hervibrieren Ströme von alternierenden Richtungen in den Draht schickt. Kommen die Ströme am andern Ende an, so fließen sie in der einen oder andern Richtung durch die Rolle und vermehren oder vermindern daher vorübergehend die Stärke des Magnets. Fließt der Strom durch die Spiralen in solcher Richtung, dass der Magnet an Stärke zunimmt, so zieht derselbe die vor ihm befindliche Eisenscheibe stärker als zuvor an. Hat der Strom die entgegengesetzte Richtung, so wird die Scheibe weniger stark angezogen und entfernt sich vom Magnet. Welche Bewegung also auch der Scheibe des gebenden Telephons mitgeteilt wird, die Scheibe des empfangenden Telephons muss dieselbe wiederholen, und versetzt daher die Luft in dieselben Schwingungen, und erzeugt auf diese Weise den Ton von neuem. Die Bell'sche Methode der Uebertragung benutzt man heute nur noch für ganz kurze Linien. Bei der modernen Telephonie ist die Reis'sche Methode wieder aufgenommen, wo man einen besondern Uebertrager mit einer Batterie benutzt, und den Bell'schen Apparat nur als Empfänger und nicht als Uebertrager verwendet.

506. Das Telephon von Edison. Edison konstruierte zur Uebertragung gesprochener Worte ein Telephon, bei welchem die Vibrationen der Stimme auf ein Diaphragma von Glimmer wirken, wodurch dasselbe eine grössere oder geringere Kompression auf einen Knopf präparierten Lampenrusses ausübte, welcher in den Stromkreis eingeschaltet war. Der Widerstand desselben wird durch den Druck der Berührungsstellen beeinflusst; folglich bietet der Knopf infolge der sich ändernden Drucke, welche von den Vibrationen herrühren, einem durch den Stromkreis (von der Batterie aus) fließenden Stromes einen wechselnden Widerstand, und die Stromstärke variiert dementsprechend. Dieser variierende Strom kann daher, wie vorher, von einem elektromagnetischen Empfänger des oben beschriebenen Musters aufgenommen werden und dort entsprechende Schwingungen hervorrufen. Auch dieser Apparat findet keine Anwendung mehr, da er durch Uebertrager nach dem Muster

der Mikrophone ersetzt wird. Edison hat auch einen besonders kräftigen Empfangsapparat erfunden, der mit einer merkwürdigen von ihm entdeckten Thatsache zusammenhängt, dass nämlich die Reibung, welche eine gegen einen rotierenden, feuchten Kreidecylinder drückende Platinspitze verursacht, schwächer wird, wenn ein Strom zwischen beiden Körpern hindurchgeht. Wird die Spitze an einer elastischen Scheibe befestigt, so gerät letztere in Schwingungen, welche den veränderlichen Strömen entsprechen, die von dem Geber des Sprechers kommen.

507. Mikrophone. Im Jahre 1878 machte Hughes die Entdeckung, dass ein *loser Kontakt* zwischen zwei Leitern, welche zu einem Stromkreise gehören, in welchen eine kleine Batterie und ein Empfangs-Telephon eingeschaltet sind, dazu dienen kann, Töne zu übertragen, ohne die Vermittlung eines besondern Trommelfells oder Diaphragmas, wie diejenigen von Reis und Edison, weil die geringsten Schwingungen die Grösse des Widerstandes (Art. 395) an der Stelle, wo ein loser Kontakt stattfindet, beeinflussen. Das Mikrophon (Fig. 274) ist eine Anwendung

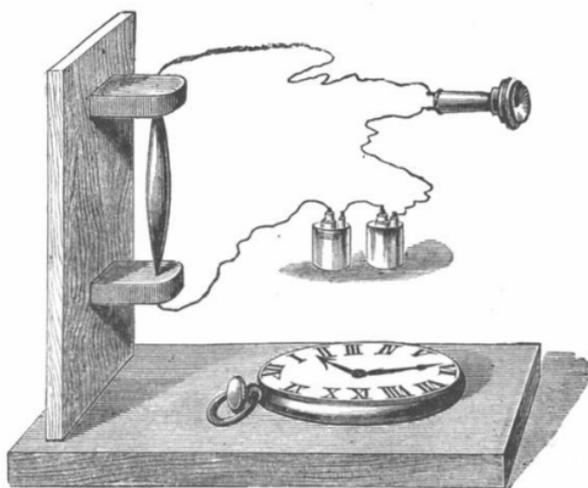


Fig. 274.

dieses Prinzips. In der Form, wie sie die Figur darstellt, wird ein kleiner dünner Kohlestift lose zwischen zwei kleine Scheiben aus demselben Stoffe eingeklemmt, welche an einem Resonanzboden von dünnem Fichtenholz befestigt sind; die Scheiben

stehen mit 1 bis 2 kleinen Elementen und einem Bell'schen Telephone in Verbindung, welches als Empfänger dient. Die Schwingungen dieses Telephons sind unter Umständen viel grösser, als diejenigen der ursprünglichen Töne und deshalb kann das Mikrophon, wie sein Name andeutet, dazu dienen, schwache Töne zu verstärken, wie z. B. das Ticken einer Uhr oder die Fusstritte eines Insekts, und dieselben hörbar zu machen. Bei der modernen Telephonie sind Mikrophone unter dem Namen *Kohleübertrager* allgemein im Gebrauch. Bei dem Uebertrager von Blake wird ein Platinstift durch eine kleine Feder gegen einen polierten Pflöck aus harter Kohle gepresst, wodurch ein empfindlicher Kontakt hergestellt wird, durch welchen der Strom fliesst. Dieser elektrische Mechanismus ist hinter einer Metallscheibe angebracht, um die Vibrationen der Stimme des Sprechenden aufzunehmen. Bei dem laut sprechenden Uebertrager von Hunnings wird ein körniger Kohlestift lose zwischen zwei Metallflächen gestellt, so dass der Strom durch die lockern Teilchen fliesst. Die Stimme wirkt auf alle losen Kontakte zugleich.

Bei allen längern Linien wird der Mikrophonübertrager mit einer Batterie von ein bis zwei Elementen durch einen kleinen lokalen Stromkreis von geringem Widerstande verbunden, in welchen der primäre Draht eines kleinen Transformators oder einer Induktionsrolle eingeschaltet ist. Die sekundäre Wicklung dieses Transformators ist eine Rolle, bestehend aus zahlreichen Windungen dünnen Drahtes, welcher durch die Linie und die Rückleitungen viel schwächere Ströme mit höherer Spannung fortpflanzt.

508. Zentralstationen für Telephonie. Damit möglichst viele Abonnenten mit einander durch das Telephon verkehren können, werden die Leitungen vom Apparate jedes einzelnen Abonnenten nach einer *Zentralstation* geführt. Hier endigt jede Linie in einen Klappenschrank, der so eingerichtet ist, dass der Beamte ohne weiteres die Verbindung zwischen den Telephonen zweier beliebiger Abonnenten herstellen kann, so dass letztere mit einander sprechen können.

509. Induktions-Wage von Hughes. Die ausserordentliche Empfindlichkeit des Bell'schen Telephons (Art. 505) für die schwächsten Ströme gab Veranlassung, dasselbe zur Aufindung von Strömen zu benutzen, welche zu schwach sind, um auf ein noch so empfindliches Galvanometer zu wirken. Die Ströme müssen jedoch intermittierende sein, denn sonst versetzen sie die Scheibe des Telephons nicht in Vibration. Hughes wandte diese Eigenschaft des Telephons auf einen Apparat an, welcher Induktionswage (Fig. 275) genannt wird. Eine kleine

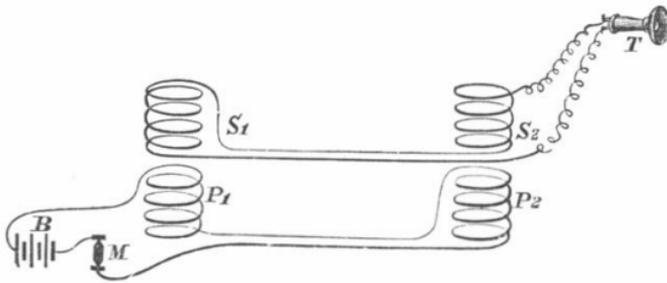


Fig. 275.

Batterie B, welche mit einem Mikrophon M verbunden ist, führt durch zwei Drahtrollen P_1 und P_2 , welche um in geeigneter Weise aufgestellte Spulen gewunden sind. Ueber diesen beiden primären Rollen befinden sich zwei gleich grosse sekundäre Rollen S_1 und S_2 , welche gleich viel Drahtwindungen enthalten. Die sekundären Rollen stehen mit einem Telephon T in Verbindung und sind nach entgegengesetzten Seiten gewunden. Hieraus folgt, dass jedesmal, wenn ein Strom in den primären Rollen zu fließen anfängt oder zu fließen aufhört, P_1 einen Strom in S_1 und P_2 einen in S_2 induziert. Da S_1 und S_2 nach entgegengesetzten Seiten gewunden sind, so heben sich die beiden auf diese Weise in ihnen induzierten Ströme gegenseitig auf, und halten sich, wenn sie von gleicher Stärke sind, so genau das Gleichgewicht, dass kein Ton an dem Telephone vernommen wird. Vollkommenes Gleichgewicht kann jedoch nur dann erzielt werden, wenn die Widerstände und die Koeffizienten der gegenseitigen und der Selbst-Induktion einander gleich sind. Wird

ein plattes Stück Silber oder Kupfer (z. B. eine Münze) zwischen S_1 und P_1 gebracht, so findet in S_1 eine geringere Induktion statt, als in S_2 , denn ein Teil der Induktionskraft von P_1 wird jetzt dazu verwendet, um in der Metallmasse (Art. 452) Ströme zu erwecken, und an dem Telephon vernimmt man jetzt einen Ton. Das Gleichgewicht kann jedoch dadurch wieder hergestellt werden, dass man den Abstand zwischen P_2 und S_2 so lange vergrößert, bis die Induktion in S_2 wieder ebenso gross wie die in S_1 geworden ist, wo dann die Töne am Telephon abermals aufhören. Auf diese Weise kann man die relative Leitungsfähigkeit verschiedener Metalle untersuchen, welche man in die Spiralen einführt. Es ist sogar möglich, eine Münze in Bezug auf ihre Aechtheit durch die auf diese Weise gewonnene Angabe ihrer Leitungsfähigkeit zu prüfen. Die Induktionswage ist auch in der Chirurgie von Graham Bell angewendet worden, um das Vorhandensein einer Kugel in einer Wunde zu entdecken, denn ein Metallstück, welches einige Zentimeter von den Rollen entfernt ist, vermag die Induktion zu stören.
