



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299088





SAMMLUNG

# Elektrotechnischer Vorträge.

Unter Mitwirkung von

Prof. E. Arnold-Karlsruhe, Direktor Dr. Corsepius-Dresden, Direktor Einbeck-Berlin, Ingenieur C. P. Feldmann-Köln-Ehrenfeld, Prof. Dr. K. Feussner, Mitglied der physikal.-technischen Reichsanstalt, Oberingenieur Görling-Nürnberg, Ingenieur A. Heyland-Brüssel, Prof. Dr. Heinke-München, Chefelektriker J. Heubach-Köln, Geheimrat Prof. Dr. E. Kittler-Darmstadt, Oberingenieur L. Kohlfürst-Kaplitze, Direktor Nerz-Nürnberg, Prof. Dr. Niethammer-Brünn, Prof. Dr. G. Roessler-Berlin, Elektroingenieur Alex Rothert-Nancy, Dr. P. Schoop-Pfronten, Ingenieur Ch. P. Steinmetz-Schenectady, Baurat F. Uppenborn-München, Prof. H. F. Weber-Zürich, Prof. Dr. W. Wedding-Berlin

herausgegeben von **Prof. Dr. ERNST VOIT.**

V. BAND.

Mit 305 Abbildungen.

*F. Nr. 25969*



STUTTGART.

VERLAG VON FERDINAND ENKE.

1904.

*X*  
*2.215*



11-351649

~~115431~~

Akc. Nr.

~~286151~~

3PK-B-80/2018

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

# Die Fortschritte auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie.

Von

Ingenieur **Adolf Prasch**,

k. k. Regierungsrat und Eisenbahnoberinspektor a. D.

Mit 148 Abbildungen.

---

Die anscheinend sinnverwirrende Thatsache, dass mittels elektrischer Energie, ganz ohne sinnlich wahrnehmbare Erscheinung, Mitteilungen auf grosse Entfernungen übertragen werden können, und dass es hierzu keines anderen Mediums bedarf, als der Luft, bezw. des hypothetischen Aethers, musste das Interesse aller Welt in hohem Grade in Anspruch nehmen. Sobald das Interesse aber einmal erwacht, ist es eine beinahe selbstredende Erscheinung, dass sich über das Wesen Aufklärung zu schaffen gesucht wird, und von da bis zu einem eingehenden Studium ist es für jedermann, welchem einigermaßen die Gelegenheit dazu wird, nur ein kleiner Schritt. Er sucht sich mit der Sache eingehender zu beschäftigen und womöglich auch sein Teil zur Weiterentwicklung beizutragen.

Es ist daher nicht wunderzunehmen, dass sich eine Reihe auserlesener Geister der Erforschung der elektrischen Energieübertragung auf weite Entfernungen zuwandte, die zu Grunde liegenden physikalischen Grundgesetze festzulegen suchte und, auf der so gewonnenen Erkenntnis weiterbauend, Neues zu schaffen bestrebt war.

Was in vergangenen Zeiten jahrelange Bemühungen erheischte, wird in unserer Zeit, wo alle die erforderlichen Hilfsmittel reichlich zur Verfügung stehen, wo die wissenschaftliche Ausbildung eine grosse Ausbreitung erlangt hat und wo sich Wissenschaft und Praxis nunmehr, statt sich zu bekämpfen, gegenseitig friedlich die Hand reichen und einander gegenseitig zu unterstützen trachten, in sehr kurzer Zeit zu überraschend hoher Entwicklung gebracht.

Es ist daher nicht zu verwundern, wenn auf dem speziellen Gebiete der elektrischen Energieübertragung auf weite Entfernung ohne

Zuhilfenahme eines künstlichen Leiters für Zwecke der Signalisierung Erfolge erzielt wurden, wie solche der eigentliche Erfinder derselben, Marconi, welcher heute noch in jugendlichem Alter steht, kaum erträumt haben dürfte. Ist es doch noch nicht so lange her, dass ein berühmter englischer Gelehrter, der sich auch ein tüchtiges Teil poetischer Gesinnung zu bewahren wusste, Prof. Ayrton, folgendes Zukunftsbild erträumte <sup>1)</sup>.

Einst wird der Tag kommen, wenn wir alle vergessen sind, wenn Kupferdrähte, Guttaperchahüllen und Eisenbänder nur noch im Museum ruhen, dann wird das Menschenkind, das mit dem Freunde zu sprechen wünscht und nicht weiss, wo er sich befindet, mit elektrischer Stimme rufen, welche allein nur jener hört, der das gleichgestimmte elektrische Ohr besitzt. Er wird rufen: „Wo bist du?“ und die Antwort wird in sein Ohr klingen: „Ich bin in der Tiefe des Bergwerkes, auf dem Gipfel der Anden oder auf dem weiten Ozean.“ Oder vielleicht wird keine Stimme antworten und er weiss dann, sein Freund ist tot.

Und so unwahrscheinlich auch dieser Traum erklingt, so ist demselben ein grosser Grad von Berechtigung nicht abzuspochen. Wie die neuesten Errungenschaften Marconis erweisen, ist die Nachrichtenübertragung an keine Entfernung mehr gebunden und nur von der Energiemenge abhängig, welche zur Aufwendung gelangt. Auch der zweite wichtige Punkt dieser Art der elektrischen Energieübertragung, die Geheimhaltung der auf diese Weise zu übertragenden Nachrichten, kann als in Lösung begriffen betrachtet werden. Ist es heute auch noch nicht gelungen, dieses Endziel in der gewünschten vollkommenen Weise zu erreichen, so ist man doch schon auf dem Wege hierzu und dürfte es wohl nicht allzu ferner Zeit vorbehalten sein, auch hierin dem Endziel nahe zu kommen. Der heute eingeschlagene Weg der gegenseitigen elektrischen Abstimmung zwischen Sender und Empfänger hat noch den weiteren Vorteil im Gefolge, dass, da hier Resonanzwirkungen zur Ausnutzung gelangen, die erforderliche Energiemenge auch für Fernübertragungen, gegenüber den sogenannten offenen Stromkreisen, bedeutend verringert werden kann.

Wenn auch Lodge in seinen Patenten zur Durchführung der abgestimmten Wellentelegraphie die ersten Anhaltspunkte für die Abstimmung gegeben hat und auch die von selbem aufgewendeten Mittel denjenigen, welche heute zur Anwendung gelangen, nahezu vollkommen gleich kommen, so ist es ihm, weil er die hierbei in Betracht zu

---

<sup>1)</sup> Nach Slabys Uebersetzung.



ziehenden Gesetze noch nicht voll erkannt hat, nicht gelungen, irgendwie nennenswerte Ergebnisse zu erzielen.

Als die eigentlichen Schöpfer einer wirklichen abgestimmten Wellentelegraphie sind Prof. Ferdinand Braun in Strassburg und Geheimerat Prof. A. Slaby zu bezeichnen, welche nahezu gleichzeitig auf verschiedenen Wegen zu einem entsprechenden Ergebnisse gelangt sind.

Erst seit dieser Zeit datieren die grossen Fortschritte, welche die Wellentelegraphie auch in der praktischen Anwendung zu verzeichnen hat.

Marconi, welcher von einer mit materiellen Mitteln reichlich ausgestatteten Gesellschaft, der „Marconi Wireless Telegraph Co.“, unterstützt wird, konnte bisher wohl noch die grössten Erfolge erreichen, doch ist dies wohl bei aller Anerkennung von dessen Genialität und unermüdlicher Arbeitskraft doch weniger den aus eigener Forschung entsprungenen Neuerungen, als der alsbaldigen Verwertung der neu auftauchenden Ideen anderer Forscher zu danken. Wir könnten hier sowohl auf das von demselben angewendete Abstimmungsprinzip, welches, wie Marconi offen zugesteht, dem Principe Brauns nachgebildet ist, sowie auf den elektromagnetischen Wellenempfänger desselben verweisen, bei welcher sich die Forschungen von Rutherford, Finzi u. a. zu nutze gemacht wurden.

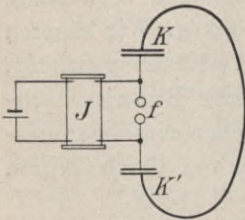
Das offene Anerkennen dieser Thatsachen, sowie das rasche Erfassen alles Neuen, um es für die angestrebten Zwecke nutzbar zu machen, sind ebenso wie das grosse Geschick, alles baldmöglichst in eine den praktischen Anforderungen Rechnung tragende Form umzugestalten, unlegubar als grosse Erfolge dieses genialen Forschers zu bezeichnen.

Nichtsdestoweniger ist es gegenüber der grossen Reklame, welche speziell für dieses System gemacht wird, am Platze, auf diese Thatsachen endlich einmal hinzuweisen, um das Verdienst der anderen Forscher nicht zu schmälern.

Im nachfolgenden sollen daher vorerst die verschiedenen neueren Systeme der drahtlosen Telegraphie auszugsweise vorgeführt, sodann auf die Verbesserungen des Marconischen Systemes eingegangen werden, worauf in Ergänzung des Gebrachten den neueren Theorien einige kurze Betrachtungen gewidmet und noch eine Reihe von Untersuchungen, die seitens einer Reihe von Forschern in Bezug auf die praktische Verwertbarkeit der drahtlosen Telegraphie zur Durchführung gelangten, gleichfalls auszugsweise zur Kenntnis gebracht werden sollen.

1. Das System der drahtlosen Telegraphie von Prof. Dr. Ferdinand Braun. Prof. Braun ging von der Ansicht aus, dass es, um kräftigere Wirkungen zu erzielen, notwendig sei, die Energie der Ausstrahlung der elektrischen Schwingungen zu vergrößern. Diese kann nur dadurch erfolgen, dass ein in sich geschlossener Schwingungskreis zur Verwendung gelangt, dessen Energiequelle wesentlich grössere Energiemengen aufzunehmen vermag, als der Luftdraht Marconis. Eine solche Energiequelle für die Aufnahme von grösseren Energiemengen und deren Umwandlung in elektrische Wellen ist nun in der Leydener Flasche oder in dem Kondensator gegeben, die entweder einzeln oder zu einer Batterie vereinigt, zu einem sogenannten Flaschenkreis oder Kondensatorkreis geschlossen werden. Ein derartiger Kondensatorkreis ist in Fig. 1 dargestellt. In demselben sind die beiden Kondensatoren  $K K'$  symmetrisch angeordnet und der Stromkreis durch die Funkenstrecke  $f$  geschlossen. Die benötigte Energie wird den Flaschen durch Drähte von der Elektrizitätsquelle aus zugeführt. Als solche gelangt fast stets ein Induktorium  $J$  zur Verwendung, welches von einer galvanischen Batterie, Akkumulatoren oder sonst einer Elektrizitätsquelle gespeist wird. Die Flaschen bzw. Kondensatoren werden geladen und entladen sich über die Funkenstrecke, wenn deren Spannung hinreichend angewachsen ist, um den Widerstand der zwischen den Funkenkugeln gelegenen Luftstrecke zu überwinden. Es entstehen hierdurch in dem Flaschenkreis elektrische Schwingungen, die, weil sie nicht gedämpft sind, sehr lange andauern müssen, und zwar so lange, bis nicht die ganze Energiemenge in Wärme umgesetzt ist.

Fig. 1.



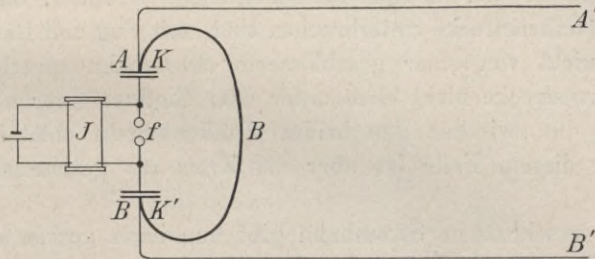
Ein derartig geschlossener Stromkreis strahlt nun die Elektrizität fast gar nicht in Form elektromagnetischer Wellen aus, und es musste daher getrachtet werden, diese Schwingungen auf einen anderen Leiter zu übertragen.

Ein einfaches Experiment zeigt nun, wie dies möglich ist. Legt man beispielsweise an den Kreis, wie dies Fig. 2 zeigt, Drähte, die parallel zu einander, aber in einem gewissen Abstand liegen, so entstehen in diesen Drähten, wenn im Stromkreise Schwingungen erregt werden, gleichfalls Schwingungen, die man als erzwungene Schwingungen bezeichnet. Dieselben treten besonders intensiv dann auf, wenn die Dimensionen des Drahtes in bestimmten Beziehungen zu jenen des Flaschenkreises stehen, wenn also eine sogenannte Reso-

nanzbedingung erfüllt ist. Sind diese Bedingungen erfüllt, so lässt sich experimentell leicht zeigen, dass erstens reine Wellen vorhanden sind und dass dieselben nur allmählich, d. h. durch Resonanz zu ihrer endlichen Höhe ansteigen.

Durch ein akustisches Beispiel lässt sich dies viel klarer darstellen: Eine in der Hand gehaltene Stimmgabel gibt, wenn dieselbe angeschlagen wird, einen kaum hörbaren Ton. Setzt man jedoch diese Stimmgabel in erregtem Zustande auf eine Tischplatte, so wird der Ton so laut, dass er auf bedeutend grössere Entfernungen hin noch laut vernommen werden kann. Diese Tonverstärkung hat ihre Ursache darin, dass nunmehr die Gabel nicht mehr allein schwingt, sondern auch die Tischplatte zum Mitschwingen gezwungen wurde. Die Verstärkung des Tones ist dann am grössten, wenn die Eigenschwingungen der Unterlage mit den Schwingungen der Gabel überein-

Fig. 2.



stimmen oder, was dasselbe besagen will, die beiden sich in Resonanz befinden. Auf jeden Fall entstehen in der Unterlage — für das Beispiel wurde eben eine Tischplatte gewählt — erzwungene Schwingungen, und ist die Erregung von Resonanzschwingungen nur ein spezieller Fall derselben.

Genau dasselbe vollzieht sich in elektrischer Weise in den beiden Drähten  $AA'$  und  $BB'$ . Sobald sich die Kondensatoren  $K$  und  $K'$  durch die Funkenstrecke  $F$  entladen, entstehen in dem Schliessungsbogen  $B$  elektrische Schwingungen, die wieder den beiden Drähten gleiche Schwingungen aufzwingen. Diese Schwingungen in den Drähten lassen sich nun dadurch nachweisen, dass man denselben einen in der Hand gehaltenen Draht nähert. Es springen dann Fünkchen auf denselben über, die um so länger werden, je mehr man sich dem freien Ende des Drahtes nähert. Die beiden Drähte, welche eine bestimmte Länge haben müssen, stellen ein Stück einer Welle dar, welche am freien Ende einen Spannungsbauch besitzt. Wird nun die Länge dieser

Drähte auf eine ganz bestimmte Grösse gebracht, so lässt sich ein Maximum der Funken und eine ganz besonders scharf ausgeprägte Welle beobachten. Diese elektrischen Schwingungen entstehen nur durch die Anregung des Leydener Flaschenkreises und wachsen erst allmählich auf ihre grösste Höhe an, wobei deren Höchstwert dadurch bestimmt ist, dass der Draht dann ebensoviel Energie an die Umgebung abgibt, als ihm aus dem Flaschenkreise nachgeliefert wird. Die beiden Drähte, welchen hier dieselbe Rolle zufällt, wie der Luft und Erdverbindung bei der Marconischen Anordnung, strahlen hier die Energie in die Umgebung aus, wie dies bei jedem offenen Stromkreis der Fall ist.

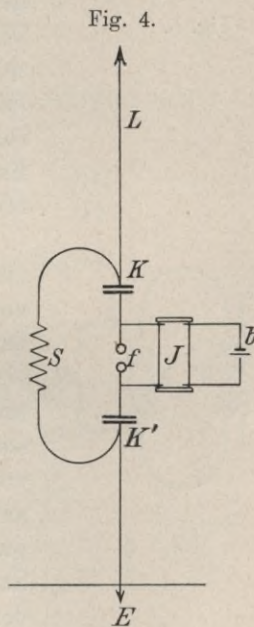
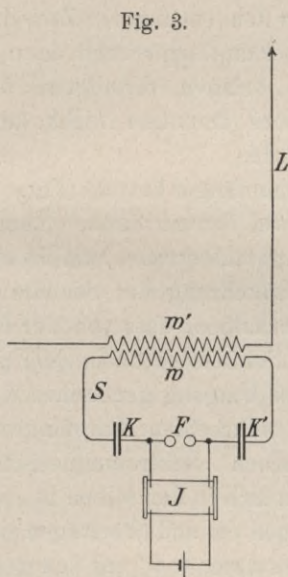
Der Unterschied zwischen einer geschlossenen und offenen Strombahn besteht eben nur darin, dass in dem einen Falle die Drähte in sich zurücklaufen und nur durch die Funkenstrecke unterbrochen sind, während dies bei der offenen Strombahn nicht der Fall ist. Man könnte auch bei den in sich zurücklaufenden Drähten, da dieselben durch die Funkenstrecke unterbrochen sind, mit Fug und Recht eigentlich auch nicht von einer geschlossenen Strombahn sprechen, wenn diese Funkenstrecke nicht eben unter dem Einfluss einer elektrischen Spannung, die zwischen den beiden Funkenkugeln entsteht, leitend würde. In diesem Falle ist aber der Kreis als geschlossen zu betrachten.

Eine geschlossene Strombahn gibt nun nach aussen so gut wie gar keine Energie ab und sind infolgedessen die in einem derartigen Flaschenkreise entstehenden Schwingungen nur sehr schwach gedämpft. Anders verhält sich, wie schon Hertz gezeigt hat, die offene Strombahn, indem sich die Kraftlinien vom Leiter abschnüren und in den Raum wandern, und nicht mehr zurückkehren. Die offene Strombahn gibt demnach Energie an die Umgebung ab, wodurch sie an Eigenenergie verlieren muss. Sie ist daher infolge ihrer elektromagnetischen Strahlung stark gedämpft. Diese ausgestrahlte elektromagnetische Energie wandert nun mit Lichtgeschwindigkeit und zwar wesentlich senkrecht, zur Ausdehnung des Drahtes in den Raum hinaus und ist das wesentliche Erfordernis für die Fernwirkung. Die Dauerwirkung wird aber nur dann möglich, wenn die ausgestrahlte Energiemenge sofort nachgeliefert wird, da sonst die ursprüngliche Schwingung sich sehr schnell abdämpft.

Diese Nachlieferung der Energie erfolgt nun durch den geschlossenen Schwingungskreis und zwar in der denkbar ökonomischsten Art.

In der Kombination eines offenen mit einem geschlossenen Schwingungskreise in der Weise, dass der geschlossene Kreis das Energiereservoir bildet, während der andere für die günstigste Fernwirkung sorgt, liegt sonach das Wesentliche der Braunschen Erfindung.

Es ist aber nicht notwendig, dass die Energiezufuhr nur in der angegebenen Weise erfolgt, sondern es lässt sich diese Energiezufuhr des geschlossenen Kreises auf den offenen Kreis auch durch induktive Erregung vermitteln. Die diesbezügliche Anordnung ist aus Fig. 3



zu entnehmen. Hier befindet sich in dem geschlossenen Kreis eine Drahtwindung  $w$ , welche die primäre Windung eines Transformators darstellt und durch welche die Schwingungen des Kreises auf die mit dem Ausstrahlungsdrahte verbundene Sekundärwindung dieses Transformators übertragen werden.

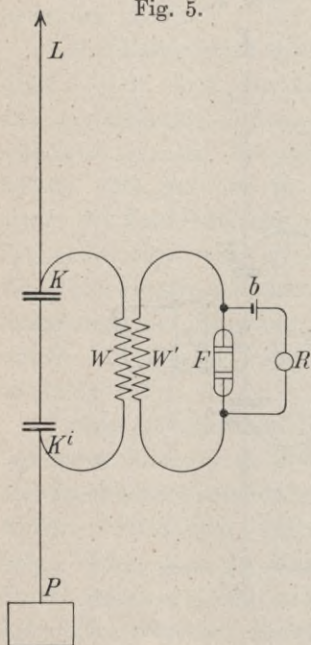
Für die Zwecke der drahtlosen Telegraphie nach der ersten Anordnung werden die in Fig. 2 dargestellten parallelen Drähte durch einander gegenüberliegende senkrechte Drähte ersetzt (Fig. 4).  $S$  bezeichnet eine regulierbare Induktanz zum Zwecke der Abstimmung.

Erst durch diese Anordnungen war die Möglichkeit zur Lösung einer der wichtigsten Aufgaben der drahtlosen Telegraphie gegeben, den

Sender auf den Empfänger in der Weise abzustimmen, dass derselbe nur auf die von der Sendestation entsendeten Schwingungen bestimmter Schwingungszahl anspricht und daher nicht durch eine dritte mit anderer Schwingungszahl arbeitende Station gestört werden kann.

Eine solche ist eben nur dann möglich, wenn die erregenden Schwingungen schwach gedämpft sind, weil selbe sonst, wenn dies nicht der Fall wäre, durch die kurzen Impulse jeden Körper zu dessen Eigenschwingungen anregen würden. Sind die beiden Stationen aufeinander abgestimmt, so kann auch die erregende Energie eine viel geringere sein, weil, wie aus der Akustik bekannt ist, solche Schwingungen, wenn sich selbe nur in den bestimmten Zwischenzeiten folgen, den Empfänger auch dann zur Anregung zu bringen vermögen, wenn die Energie eines Impulses nicht dazu ausreichen würde.

Fig. 5.



Der Empfänger besteht (Fig. 5) gleichfalls aus zwei Stromkreisen, einem offenen und einem geschlossenen, und ist eigentlich nur eine Umkehrung des Senders mit der einzigen Ausnahme, dass von der Einschaltung einer Funkenstrecke in dem geschlossenen Kreise Umgang genommen wird. Die von dem senkrechten Empfangsdrahte L aufgenommenen elektromagnetischen Impulse setzen sich in demselben in elektrische Schwingungen um und übertragen sich durch den Transformator  $w'$  auf den geschlossenen Stromkreis, in welchem daher ebenfalls Schwingungen auftreten müssen, die den

Empfänger, in diesem Falle ein Fritter  $F$  eigenartiger Konstruktion, zur Leitfähigkeit bringen, so dass der Strom einer passenden Elektrizitätsquelle  $b$  durch denselben hindurchgehen und den in den gleichen Stromkreis eingeschalteten Aufnahmeapparat  $R$  für die Zeichen zur Anregung bringen kann. Die Wirkung ist dann am günstigsten, wenn die Eigenschwingungsperiode jedes dieser Stromkreise die gleiche ist.

Diese Eigenschwingungsperiode ist nun von der Kapazität und der Induktanz jedes dieser Stromstärke abhängig und muss dieselbe daher so gewählt werden, dass das Produkt aus der Kapazität und der Induktanz in allen Stromkreisen das gleiche ist. In diesem Falle

ist anzunehmen, dass auch die Eigenschwingungsperiode aller dieser Stromkreise die gleiche sein wird.

Diesbezüglich wird folgende Theorie entwickelt: Es sei Fig. 3 der Schwingungskreis, welcher durch den Induktor J erregt und zu Schwingungen veranlasst wird. Dieser Kreis besitzt sowohl Kapazität als auch Selbstinduktion. Ist E die Potentialdifferenz zwischen den Belegungen des Kondensators, so ist die Intensität des Stromes, welcher durch seine Entladungen hervorgebracht wird:

$$J = \frac{E - L \frac{dJ}{dt}}{R},$$

wobei R den Widerstand des Schliessungsbogens bedeutet, L seine Selbstinduktion. Ferner ist

$$E = \frac{Q}{C} \quad \text{und} \quad J = -\frac{dQ}{dt}$$

und man erhält durch Substitution dieser Werte

$$\frac{d^2 Q}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{CL} = 0.$$

Das allgemeine Integral dieser Gleichung ist:

$$Q = A_1 e^{\alpha_1 t} + A_2 e^{\alpha_2 t}$$

und  $\alpha_1, \alpha_2$  die Wurzeln der Gleichung. Also:

$$L\alpha^2 + R\alpha + \frac{1}{C} = 0 \quad \text{und} \quad \alpha = -\frac{R}{2L} \pm \sqrt{\frac{R^2}{L^2} - \frac{1}{LC}}.$$

Sind die Wurzeln reell, d. h.

$$R > 2\sqrt{\frac{L}{C}},$$

so ergibt sich eine kontinuierlich abnehmende Entladung. Sind die Wurzeln aber imaginär, d. h.

$$R < 2\sqrt{\frac{L}{C}},$$

so wird

$$Q = e^{-\frac{2L}{R}t} [B_1 \cos \beta t + B_2 \sin \beta t],$$

$$\beta = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}},$$

d. h. die Entladung wird oscillatorisch mit der Periode:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}}$$

Ist  $\frac{R^2}{4L^2}$  klein gegen  $\frac{1}{LC}$ , was bei dem Braunschens Schwingungskreise zutrifft, indem der Schliessungsbogen des Schwingungskreises aus sehr dickem Kupferdrahte besteht, so werden die Oscillationen sehr schnell und durch den Ausdruck

$$T = 2\pi \sqrt{LC}$$

dargestellt.

Ist L in elektromagnetischen Einheiten gemessen (Centimeter), C in elektrostatischen (Centimeter), so ergibt sich die Wellenlänge hieraus als:

$$\lambda = 2\pi \sqrt{LC}$$

Die Schwingungen dieses Kreises werden nun einer Sekundärspule M aufgezungen, und um in dieser Sekundärspule ein Maximum der Intensität zu erhalten, wird dieselbe mit Ansätzen versehen, durch welche eine regelmässige Reflexion der in ihr erzeugten Schwingungen bewirkt wird. Sorgt man daher für genügend geringe Dämpfung des Primärkreises, so kommen in dieser Sekundärbahn der Wellen Resonanzen zu stande, welche die Intensität enorm steigern.

Versuche haben ergeben, dass die Ansätze sehr nahe gleich  $\lambda$  oder ein ungerades Vielfaches davon sein müssen.

Der eine dieser Ansätze wird nun als Luftdraht benutzt, um die erzeugten Wellen in den Raum auszustrahlen, der andere wird aufgerollt mit zweckmässiger Reduzierung seiner Länge. Einfacher wird letztere durch eine Platte von grosser Oberfläche ersetzt.

Wie man hieraus ersieht, arbeitet dieses System ohne Erdleitung und ist hierdurch, wie vorauszusehen war, und durch die Erfahrungen bestätigt wird, von atmosphärischen Störungen nahezu frei.

Die praktische Ausführung der für dieses System der drahtlosen Telegraphie zur Anwendung gelangenden Apparate und sonstigen Einrichtungen ist bereits sehr weit gediehen.

Die zur Anwendung gelangende Kapazität oder der Flaschenkreis besteht aus einer grösseren Anzahl röhrenförmiger Flaschen, welche alle auf die gleiche Kapazität ausgeglichen und so angeordnet sind, dass selbe in ein den Eprovettenhältern ähnliches Ge-



stelle eingesetzt werden, wodurch gleichzeitig die Verbindung zwischen den einzelnen Röhren hergestellt ist. Durch Herausnehmen oder Hinzufügen solcher Röhren lässt sich die Gesamtenergie, welche zur Ausstrahlung gelangt und andererseits auch die Schwingungszahl ändern, um selbe auf den günstigsten Wert zu bringen. Diese Flaschen sind in zwei gleiche Gruppen geteilt. Die Innenbelegungen derselben werden von einem Induktor geladen. Der Strom für den Betrieb des Induktors wird einer Akkumulatorenbatterie oder sonst einer Gleichstrom liefernden Elektrizitätsquelle entnommen. Als Unterbrecher für den Induktor wird, da die einfachen Hammerunterbrecher nicht zuverlässig genug wirken, ein Wehnelt- oder Simon-Unterbrecher, der entsprechend konstruiert ist, verwendet. Diese Unterbrecher sollen sich im praktischen Betriebe vorzüglich bewährt haben. Die Uebertragung der Schwingungen des Primärkreises auf den Sekundärkreis, von welchem die Ausstrahlung der elektromagnetischen Wellen in den freien Raum ausgeht, wird durch einen Transformator, der nach aussen luftdicht abgeschlossen ist, bewerkstelligt. Die Windungen dieses Transformators sind wegen der auftretenden hohen Spannungen in Oel gebettet. Der öldichte Abschluss dieser Transformatoren begegnet bei deren geringer Dimensionierung keinerlei Schwierigkeiten. Ein derartiger Transformator hat mit Einschluss des Glasgefässes, welches die Drahtwindungen desselben aufnimmt, einen Durchmesser von 20 cm.

Es lassen sich auch, um die Wirkungen zu vergrössern, die Anzahl der Erregerkreise vermehren und kann durch geeignete Anordnung bewirkt werden, dass sich nur die Energie vermehrt, ohne dass eine Aenderung der Schwingungszahl eintritt. Die Schwingungen können auch verschiedenen Sendern zugeführt werden.

Die von der Senderstation ausgestrahlten elektromagnetischen Wellen werden von der Empfangsstation durch einen hoch in die Luft geführten Draht aufgenommen, und mittels eines Kondensatorkreises, in der bereits beschriebenen Weise verstärkt, auf einen Fritter übertragen. Dieser Fritter besteht nach der Siemenschen Anordnung aus einem Ebonitgehäuse mit zwei metallenen Randfassungen, durch welche die Verlängerungen der Elektroden hindurch gehen. Die Elektroden bestehen aus Stahl und die Füllung zwischen denselben aus gehärtetem Stahlpulver, welches durch Zertrümmerung von Stahlkörpern gewonnen wird. Von einer Evakuierung der Röhren wird abgesehen, weil durch die Verschiebung der Elektroden eine sonst unmögliche Regulierung durchführbar wird.

Die Empfindlichkeit dieses Stahlfritters soll derjenigen eines evakuierten Nickelfritters vollkommen gleichwertig, die Exaktheit der Wirkung jedoch eine bei weitem bessere sein. Die Empfindlichkeit dieses Fritters lässt sich durch Verwendung gröberen Stahlpulvers bedeutend steigern, doch leidet die sichere Wirkung wesentlich darunter.

Dieser Stahlfritter ist vollkommen zerlegbar und ist man sohin in der Lage, denselben durch entsprechende Adjustierung und durch Einführung der entsprechenden Sorte Stahlpulvers für jede gewünschte Anforderung einzustellen.

Die Erfahrung lehrt nun, dass ein derartiger Fritter, wenn dessen Elektroden magnetisch werden, nicht mehr sicher arbeitet, dagegen dessen Empfindlichkeit wesentlich erhöht wird. Diese Erhöhung der Empfindlichkeit wird schon durch einen ganz bestimmten schwachen Magnetismus hervorgerufen, welcher die Sicherheit der Wirkung noch nicht wesentlich zu beeinflussen vermag. Um nun diesen Vorteil auszunützen, gelangt ein Ringmagnet zur Anwendung, der eine magnetische Regulierung und sohin eine Einstellung des Fritters auf den gewünschten Grad der Empfindlichkeit ermöglicht. Da sich dieser Fritter nach Aufhören des Einflusses der elektrischen Wellen nicht selbst entfrittet, gelangt auch hier der bereits bekannte Klopfer zur Verwendung.

Zur Umsetzung der durch den Luftdraht einlangenden Wellenimpulse in die Schwingungen des Sekundärkreises wird gleichfalls ein ganz ähnlicher, aber bedeutend kleinerer Transformator benützt.

Für die Aufnahme der einlangenden Nachrichten wird, wenn selbe schriftlich niedergelegt werden sollen, ein Morseschreibapparat verwendet, welcher jedoch, wenn auf diese schriftliche Niederlegung verzichtet wird, durch einen äusserst empfindlichen Mikrophonempfänger ersetzt werden kann, wodurch auch der Fritter überflüssig wird.

Die Empfindlichkeit des Mikrophonempfängers soll mindestens dreimal so gross sein als die des Fritters und dabei soll derselbe mit einer ausserordentlichen Sicherheit arbeiten. Er eignet sich deshalb namentlich dort besonders, wo es sich um das Auffangen fremder Nachrichten handelt, da mit demselben alle Versuche zur Geheimhaltung derselben, wie solche die Abstimmung bezweckt, zu Schanden gemacht werden können. Der Mikrophonempfänger lässt sich nämlich auch auf jede bestimmte Frequenz genau einstellen und ist man dadurch in der Lage, durcheinander fließende Nachrichten verschiedener Sender deut-

lich voneinander zu trennen. Dieser von Dr. Köpsel konstruierte Apparat besteht im wesentlichen aus einem an einer Blattfeder befestigten, harten Stahlplättchen, welches gegen eine Kohlen- oder auch Stahlelektrode gepresst wird.

Diese Elektrode ist zumeist zu einer Spitze ausgebildet und kann der Druck zwischen den Stahlplättchen und der Spitze durch eine Mikrometerschraube nach Bedarf reguliert werden. Diese Vorrichtung wird mit einem Trockenelemente und einem Telephon zu einem Kreis verbunden, welcher nun in jedes beliebige abgestimmte oder nicht abgestimmte Empfangssystem eingeschaltet werden kann.

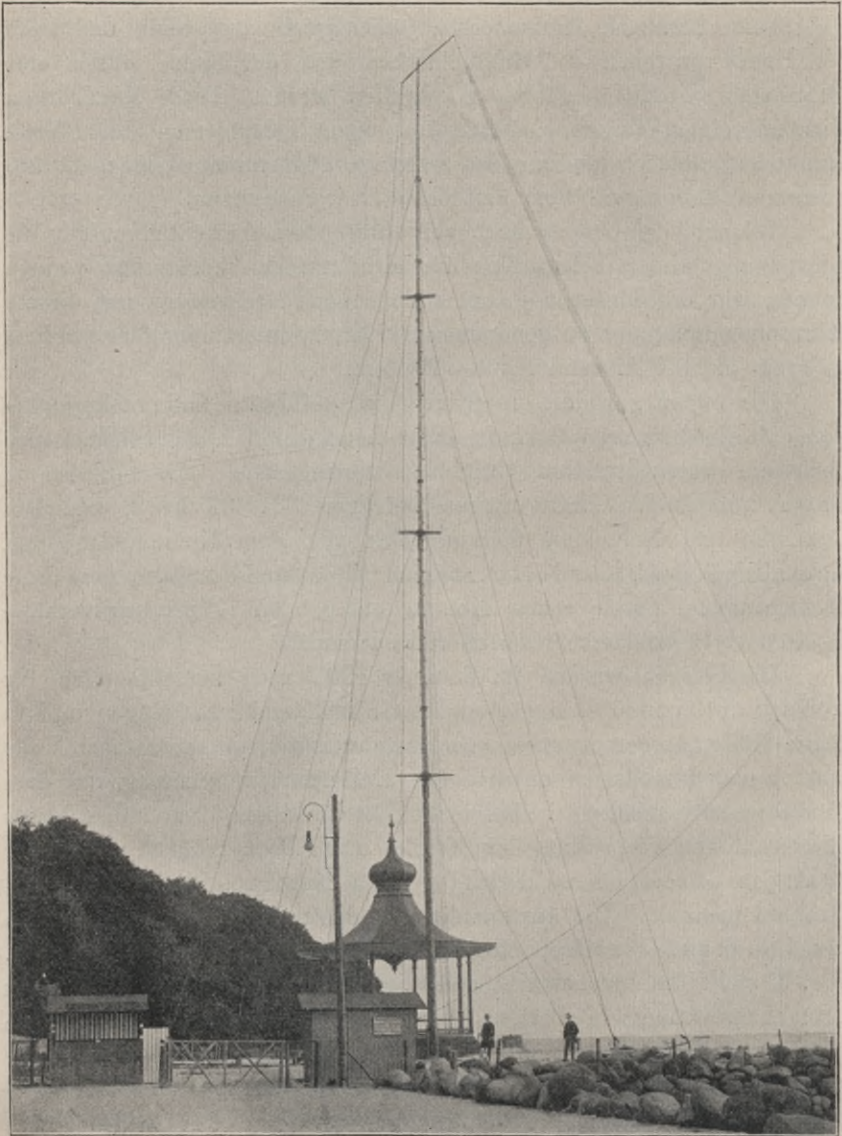
Wie bei den später noch vorzuführenden Einrichtungen für die Anwendung dieser Telegraphie für Militärzwecke konstatiert werden konnte, war die Entfernung, auf welche noch Nachrichten mit diesem Mikrofonempfänger aufgenommen werden konnten, ungefähr zweimal so gross als bei Anwendung des Fritters.

Die ersten nach diesem Systeme ausgeführten funkentelegraphischen Stationen waren Cuxhafen-Elbe-Leuchtschiff I, zu welchem sich noch die Versuchsstation Helgoland hinzugesellte. Die hierbei in Frage kommenden Entfernungen betragen 33, 32 bzw. zwischen Cuxhafen und Helgoland 65 km. Das von dem Kommandeur und Lotseninspektor C. Kördell gezeichnete Gutachten bestätigt, dass diese Einrichtungen durch sechs Monate unter allen Witterungsverhältnissen stets betriebssicher funktioniert haben.

Desgleichen wurden im Sommer 1902 zwei ausschliesslich für Versuche bestimmte Stationen und zwar in Sassnitz auf Rügen und in Gross-Möllen an der pommerschen Küste errichtet, die gleich nach Vollendung der Installation auf 165 km Entfernung zuverlässig mit dem Morseapparate arbeiteten. Bei beiden ist an einem 50 m hohen Maste ein Draht von 75 m Länge im Winkel nach oben geführt, wobei der Draht in seinem oberen Drittel in ein Netz von sechs parallelen Drähten ausläuft. Die äussere Ansicht dieser beiden Stationen ist in den Fig. 6 und 7 nach photographischen Aufnahmen wiedergegeben. Fig. 8 stellt die Innenansicht einer solchen Station dar und zwar der „Hochbahnstation“ in Berlin, welche mit der Station „Markgrafenstrasse“ in Verbindung steht. Nach diesem Bilde wird der von rechts kommende und durch das Fenster eintretende Luftdraht an den mittleren Kontakt eines Universalumschalters geführt. Die beiden durch ein Hartgummistück verbundenen Arme dieses Umschalters schalten bei Lage nach rechts den Empfänger-, bei Lage nach links den Senderkreis ein.

Zum Speisen des Induktors dient in diesem Falle eine Netzspannung von 110 Volt und erhält die primäre Spule des Induktors

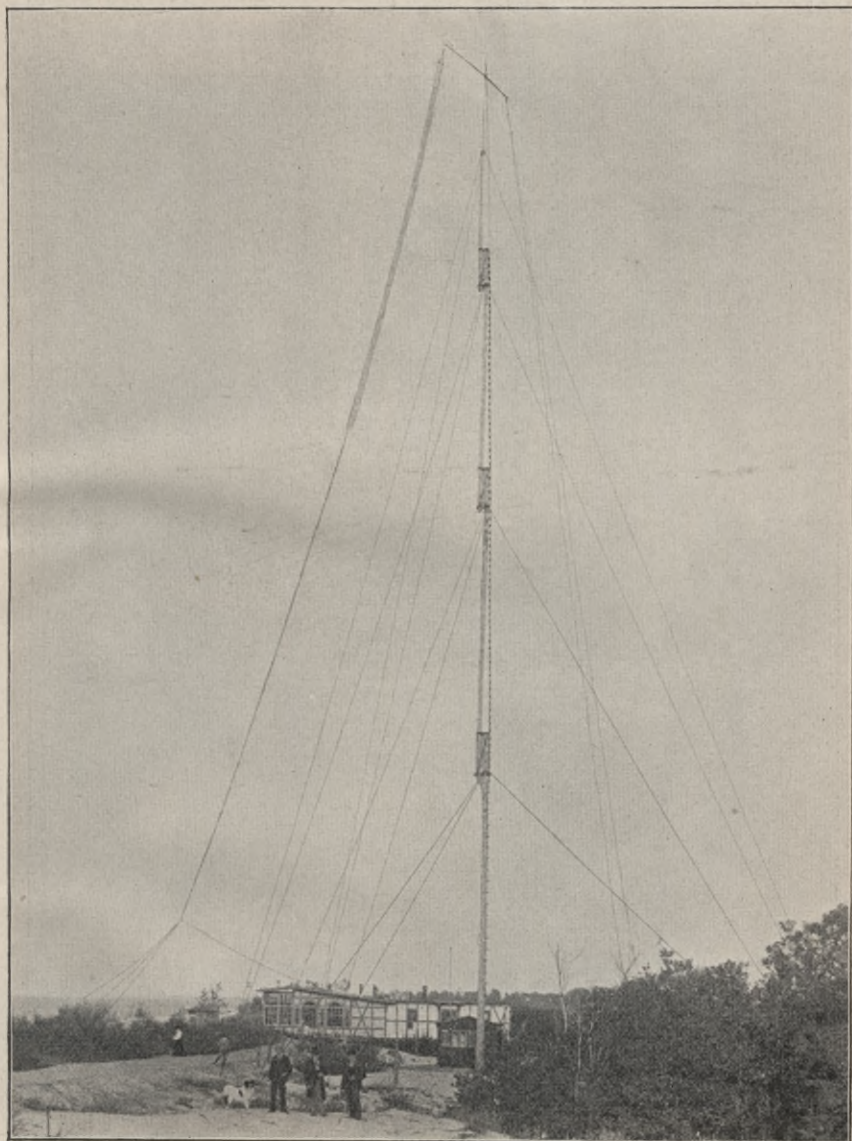
Fig. 6.



(Mitte unten) ihre Unterbrechung durch den elektrolytischen Wehnelt-Unterbrecher (links unten). Die sekundären Wicklungen des Induk-

tors sind zur Funkenstrecke geführt, die sich in einer Schalldämpfung aus Glas befindet. Die beiden Pole der Funkenstrecke sind je mit

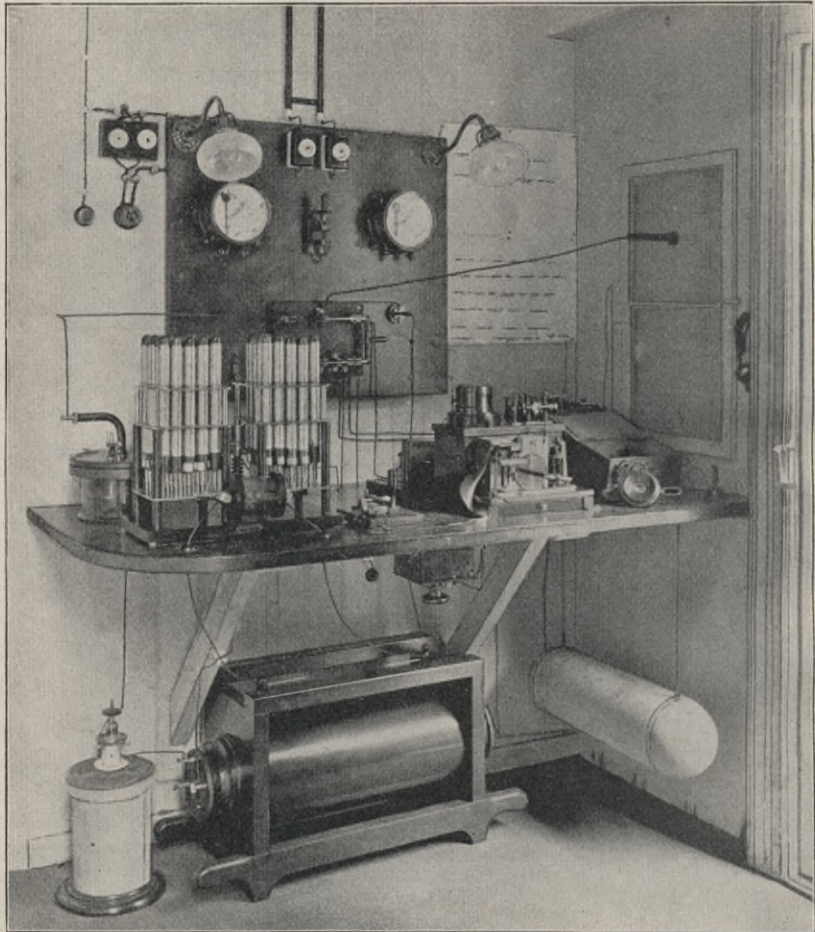
Fig. 7.



dem einen Belag der einen Hälfte eines zweiteiligen Flaschensystemes (am Tisch links, vorne die Funkenstrecke) verbunden. Der andere Be-

lag der Flaschenhälften erhält seine Verbindung durch eine dicke Spule, deren Abmessungen aus der Kapazität des Flaschensystemes und Länge des Luftdrahtes berechnet werden. Die in dem Flaschenkreise erregten Schwingungen werden von der dicken primären einer dünneren sekun-

Fig. 8.



dären Spule des Öltransformators aufgezungen. (Am Tische links rückwärts.) Die freien Enden der sekundären Wickelung dieses Transformators führen einerseits durch den Umschalter zum Luftdraht, andererseits zu einer Zinktrommel, die als elektrisches Gegengewicht dient.

Der Empfangsapparat besteht wieder aus dem Braunschenschen Schwingungskreis, der nur in bedeutend kleineren Verhältnissen ge-

baut ist. Als Kapazität dient hier ein kleiner Luftkondensator. Diese Einrichtung ist auf diesem Bilde nicht vollkommen sichtbar.

Bemerkenswert sind die fahrbaren funkentelegraphischen Stationen für militärische Zwecke, wie solche bei den letzten deutschen Kaisermanövern mit dem besten Erfolge zur

Anwendung gelangten. Diese Stationen vermochten den schnellsten Bewegungen der Truppen zu folgen und waren sofort nach dem Abprotzen betriebsfertig. Der Luftdraht wurde bei günstigem Wetter mittels Drachen, bei ungünstigem Wetter mittels Luftballon hochgezogen. Das zur Füllung benötigte Gas wurde in gusseisernen Flaschen, die unterhalb eines der Funkenwagen untergebracht wurden, mitgeführt.

Die Wagen sind nach dem Artillerieprotzsystem gebaut und bestehen aus zwei zweirädrigen Karren, die normal miteinander verkoppelt sind und sich in ihren Abmessungen und in ihrer Bauart ganz den Normalien der Armeeverwaltung anschließen. In dem Vorderwagen sind die Empfangs- und im rückwärtigen Wagen die Sendesammlung elektrotechnischer Vorträge. V.

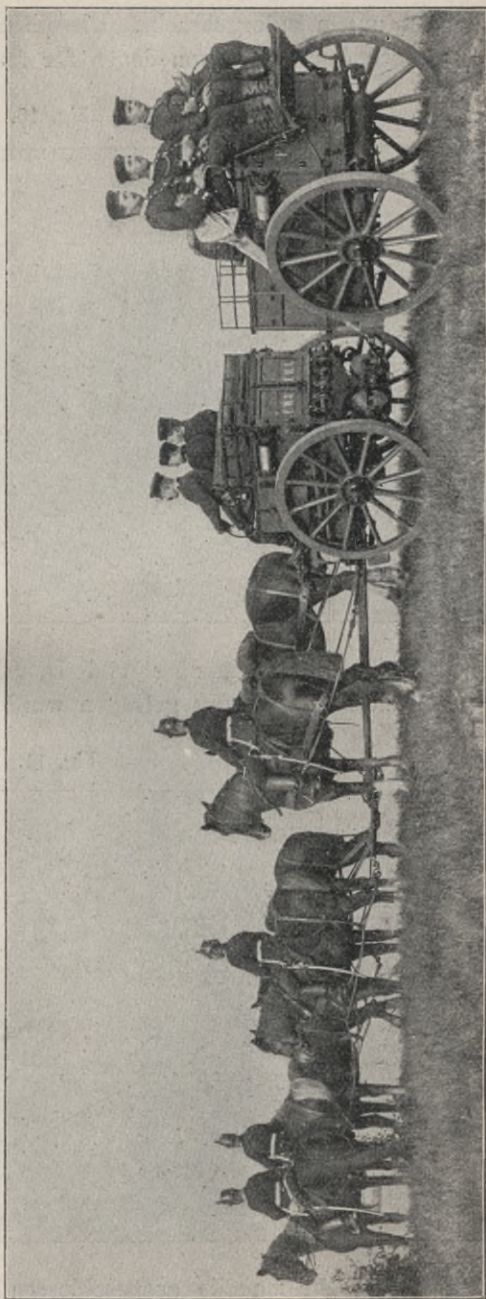


Fig. 9.

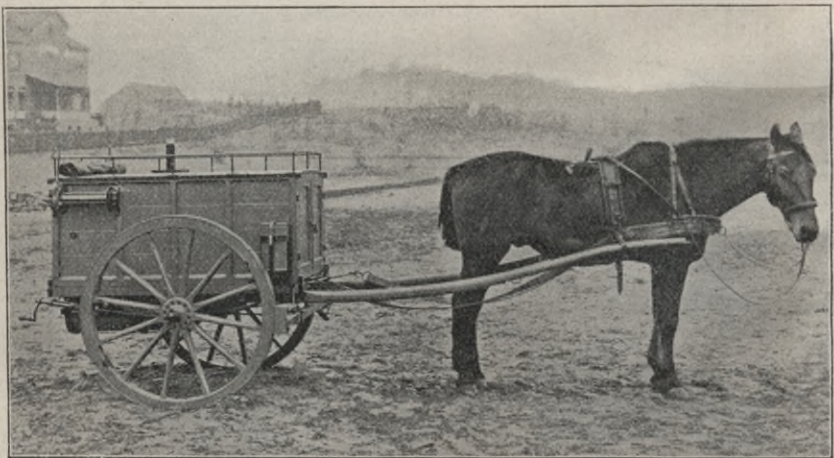
einrichtungen untergebracht. Dieselben unterscheiden sich in der allgemeinen Anordnung von denen für feste Stationen nur dadurch, dass

Fig. 10.



bezüglich Raumausnutzung und Detailausgestaltung den gegebenen Verhältnissen Rechnung getragen wurde. So gelangte, da Akkumu-

Fig. 11.



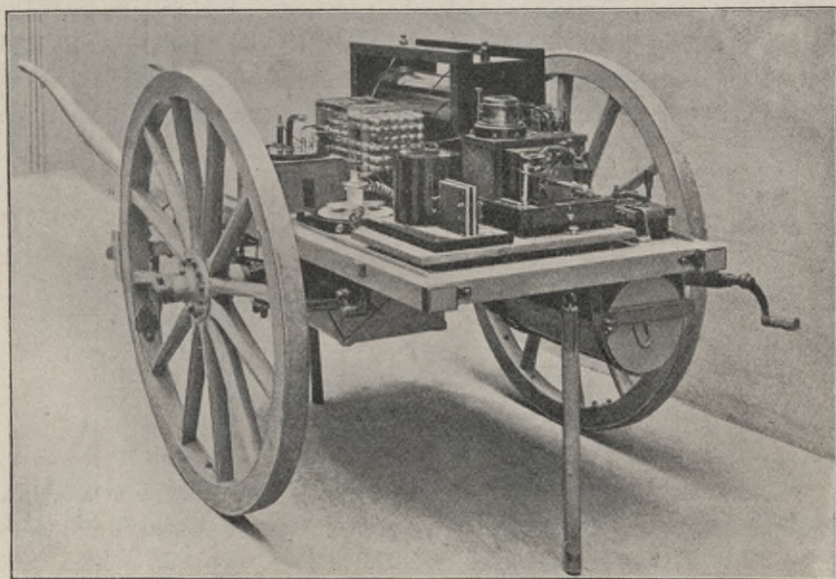
latoren als Stromquelle ausgeschlossen waren, und Trockenelemente sich nicht recht empfahlen, für die Lieferung des benötigten Stromes eine kleine Dynamomaschine zur Anwendung, die in den Wagenkasten



eingebaut und von einem kleinen Benzinmotor angetrieben wurde. Für die Stromunterbrechung wurden statt eines elektrolytischen Unterbrechers ein bewährter mechanischer Unterbrecher verwendet.

Diese Funkenwagen sind in Fig. 9 im fahrbaren und in Fig. 10 im abgeprotzten und betriebsfähigen Zustande dargestellt. Die Entfernung, auf welche mittels dieser Stationen Nachrichten mit Sicherheit vermittelt werden konnten, betragen bei Anwendung des Morseempfängers in Verbindung mit dem Fritter 35 bis 50 km. Gelangte jedoch der Telephonempfänger zum Gebrauch, wobei allerdings auf

Fig. 12.



ein schriftliches Niederlegen der Zeichen verzichtet werden musste, so erhöhte sich diese Entfernung auf 80 km und darüber.

Ausser diesen Funkenwagen wurden noch Funkenkarren geschaffen, welche einen leichten Typus für ungünstige Terrainverhältnisse darstellen. Die Einrichtung dieser Karren ist dieselbe wie die der Funkenwagen. Zu einer Karrenstation gehören zwei Karren, nämlich der Karren für die Geber und Empfangsapparate und der Kraftkarren. Das Gesamtgewicht des Apparatekarrens beträgt ca. 500 und das des Kraftkarrens inkl. Wasser und Benzin 600 kg. In der Fig. 11 ist ein Apparatekarren bespannt und in Fig. 12 ein solcher ohne Schutzkasten dargestellt.

Die Versuche von Prof. Braun zu einer Art gerichteter Wellentelegraphie. Bei im Jahre 1902 mit Unterstützung der königlich preussischen Luftschifferabteilung durchgeführten Versuchen, wurde die Forderung gestellt, die Höhe der Empfängerdrähte möglichst gering zu halten. Zu diesem Zwecke wurde auf dem schwach geneigten Terrain, in der senkrechten Ebene, welche nach dem Sender hinzeigte, ein geradliniger Empfangsdraht schräg mit einer Neigung von annähernd 5° auf 60 m Länge, ausgespannt, welcher sich über den Resonanzflaschenkreis hinaus in gleicher Weise verlängerte. An Stelle dieses zweiten Drahtes kann nach der Köpselschen Anordnung auch ein kurzer Draht mit angehängter Endkapazität genommen werden.

Diese Anordnungen sind in den Figg. 13 und 14 dargestellt und bedeutet  $l$  den geneigten Draht,  $C$  die Kapazität und  $l'$  die Verlängerung, welche in Fig. 14 durch die Endkapazität  $C'$  ersetzt ist.

Fig. 13.

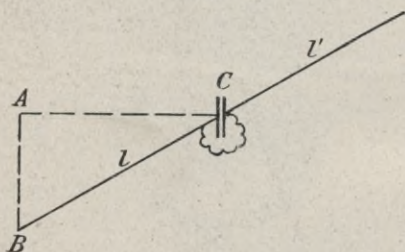
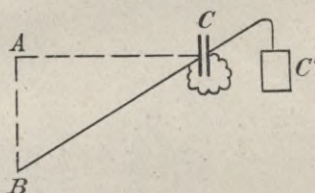


Fig. 14.



Denkt man sich die ganze Anordnung frei im Raume aufgestellt, sieht man also von den Störungen ab, welchen die Welle durch den, dem Drahte benachbarten Boden erfährt, so lässt sich der hierbei sich abspielende Vorgang wie folgt erklären: Die von der Sendestation einlangenden Wellen, gelangen nur mit dem der Vertikalkomponente  $AB$  entsprechenden Teile zur Wirkung, wodurch eine dementsprechende geringere elektromotorische Kraft in dem Empfangsdrahte induziert wird.

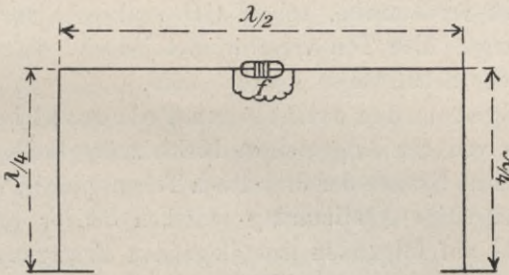
Es wird aber, solange man jedoch die Horizontalprojektion  $AC$  des Drahtes  $BC$  praktisch der Länge des Empfangsdrahtes  $BC$  gleich setzen kann, was bei den wenig scharfen Resonanzen in geraden Drähten zulässig ist, auch die längs des Drahtes fortschreitende Kraft mit der über sie hinübergelenden elektrischen Welle überall gleichphasig sein, und es muss daher Resonanz eintreten.

Es lässt sich somit erwarten, I. dass hier die Länge des Drahtes zur Wellenlänge in richtigem Verhältnisse stehen muss, und zwar be-

deutend schärfer als beim vertikalen Empfängerdrahte, wo alle induzierten Kräfte einander immer ganz gleichwertig sind, und II. dass eine Verlegung des Empfängerdrahtes aus der Ebene des Senderdrahtes die Zeichen schwächt, weil hierdurch die induzierte Komponente des Empfängerdrahtes verkleinert, und auch das Verhältnis der elektrischen Welle zu der im Drahte fortschreitenden Welle verändert wird.

Bei den Versuchen zeigte es sich nun, I. dass man bei richtiger Orientierung des Empfängerdrahtes mit bedeutend geringeren Empfängerhöhen und zwar 5 m gegenüber 15—20 m des vertikalen Empfängerdrahtes, ganz gut aufnehmen kann und II. dass die richtige Länge des Empfängerdrahtes viel stärker zur Geltung gelangt, als bei der vertikalen Anordnung, bei welcher die Lage des Resonanzflaschenkreises im Empfängerdraht, bezw. das Ein- und Ausschalten horizontaler Drähte

Fig. 15.



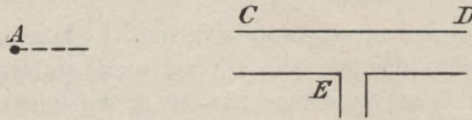
nur eine untergeordnete Rolle spielt. III. Dass, wenn man schon in der Nähe des sicheren Ansprechens ist, Verdrehungen des Empfängerdrahtes aus der Senderebene heraus um  $10^\circ$  genügen die Zeichen zum Verschwinden zu bringen. Dies bezieht sich allerdings nur auf verhältnismässig geringe Entfernungen zwischen Sender und Empfänger. Bei größeren Entfernungen wird oft eine Verdrehung bis zu etwa  $45^\circ$  erforderlich.

Eine andere Art gerichteten Empfängers wurde bereits früher (1901) von dem Hauptmann von Sigfeld versucht. Diese Anordnung besteht darin, dass zwei senkrechte Drähte von je  $\frac{1}{4}$  der Wellenlänge durch einen wagrechten Draht von der halben Wellenlänge verbunden sind und der Fritter in der Mitte des wagrechten Drahtes eingestellt ist (Fig. 15). Lag nun die Ebene der beiden senkrechten Drähte in der Fortpflanzungsrichtung der Wellen, so erschienen die Zeichen kräftig. Wurde hingegen diese Ebene um  $90^\circ$  verdreht, so verschwanden die Zeichen vollständig. Es genügte jedoch eine weitere

Verdrehung von  $10^0$ , um die Aufnahme wieder zu ermöglichen. Eine ähnliche Anordnung zum Zwecke der Erhöhung der Empfangswirkung wurde von Slaby bereits früher vorgeschlagen.

Einen akustischen Vergleich für diese Art eines gerichteten Empfängers bietet der folgende Versuch. Bei A (Fig. 16) befindet sich

Fig. 16.



eine Schallquelle etwa eine Stimmgabel auf Resonanzkasten und in einiger Entfernung von derselben ein annähernd 3 cm weites Papprohr, welches genau die halbe Wellenlänge hat und von welchem in der Mitte ein Rohr E mit angehängtem Schlauche abzweigt. Der Ton, welchen man hört, wird, wenn man den Schlauch zum Ohre führt, dann sehr stark vernommen, sobald CD senkrecht zur Richtung der Schallwellen liegt. Der Ton verschwindet jedoch, wenn das Rohr in die Richtung der Schallwellen gedreht wird.

2. Das System der drahtlosen Telegraphie von Slaby-Arco. Dieses von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin vertreten gewesene System der drahtlosen Telegraphie<sup>1)</sup>, welches gleichfalls eine gegenseitige Abstimmung zwischen Sender und Empfänger anstrebt, beruht auf folgenden grundlegenden Erwägungen:

Die Länge der entsendeten Wellen bestimmt sich aus dem gegenseitigen Verhältnisse zwischen Kapazität, Induktanz und Widerstand des Senderstromkreises. Sollen nun von einer Empfangsstelle nur Wellen ganz bestimmter Länge aufgenommen werden können, so muss die Länge des Luftdrahtes genau  $\frac{\lambda}{4}$  oder ein Viertel der Wellenlänge gleichgemacht und geerdet werden. In diesem Falle bietet der Erdungspunkt gleichzeitig einen Knotenpunkt der Spannung für diese Wellen und können dieselben ohne weiteres in einen von diesem Knotenpunkte ausgehenden Verlängerungsdraht weitergeleitet und den Empfangsapparaten zugeführt werden. Alle anderen den Luftdraht treffenden und von demselben aufgenommenen Wellen müssen aber, wenn sie nicht der vorhergehend festgesetzten Wellenlänge entsprechen, un-

<sup>1)</sup> Die beiden deutschen Gesellschaften für drahtlose Telegraphie Dr. Ferdinand Braun und Siemens & Halske, sowie die A.E.G. Abteilung für drahtlose Telegraphie haben sich mittlerweile fusioniert.

weigerlich in die Erde abgeleitet werden, weil der Erdungspunkt kein Knotenpunkt für diese Wellen ist.

Das Gleiche tritt ein, wenn der Luftdraht einem ungleichen Vielfachen eines Viertel der Wellenlänge entspricht.

Da der Fritter nur auf Spannung anspricht und daher am günstigsten so anzuordnen ist, dass er von einem Spannungsbauch der Wellen getroffen wird, indem hierbei das Maximum der Spannung zur Wirkung gelangt, hat der vom Erdungspunkte abgehende Verlängerungsdraht gleichfalls genau einer Viertelwellenlänge zu entsprechen, wobei es jedoch von keinem Einflusse ist, ob dieser Draht gerade gestreckt verläuft oder zu einer Rolle aufgewunden wird. Erst an dieses Ende des Drahtes wird der Fritter anzuschliessen sein, um von da weiter mit der Erde verbunden zu werden. Es ergibt sich hieraus, dass die ursprüngliche Anordnung Marconis, nach welcher der Luftdraht isoliert zum Fritter und von diesem zur Erde geführt wurde, eine falsche war, und die erzielten Ergebnisse nur der grossen Empfindlichkeit dieses Wellenempfängers zuzuschreiben sind, welcher bereits auf geringe Wellenspannungen anzusprechen vermag. Da nun die Länge des Empfangsdrahtes zumeist nicht genau der Viertelwelle entspricht und vom Sendeapparat auch parasitische Nebenwellen ausgesendet werden, welche am unteren Ende des Drahtes die Ausbildung unregelmässiger geringfügiger Spannungen zulassen, so findet hierin der anfänglich erzielte Erfolg seine Erklärung. Das unzuverlässige Verhalten des Empfängers, welcher oftmals versagte, um dann auf neue Impulse dennoch wieder anzusprechen, findet hierin auch seine Begründung.

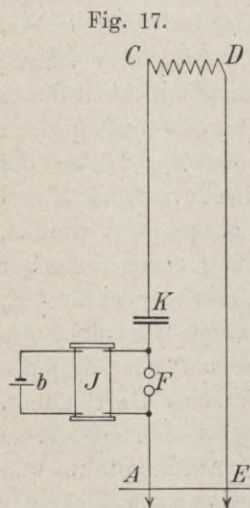
Geht man nun auf die Verwendung der Zusatzdrähte zurück, so zeigt eine einfache Erwägung, dass mit nur einem Auffangdrahte und mehreren Verlängerungsdrähten verschiedener, jedoch genau berechneter Länge von verschiedenen Richtungen einlaufende Nachrichten gleichzeitig auf verschiedenen Empfangsapparaten aufgenommen werden können, ohne dass sich selbe stören, wenn die von den verschiedenen Sendestationen ausgestrahlten Wellenlängen nur verschiedener Grösse sind. Bedingung hierbei ist jedoch, dass der Auffangdraht plus Verlängerungsdraht eine Länge hat, die der halben Wellenlänge entspricht. Hat demnach der Auffangdraht eine Höhe von 30 m und sollen mit demselben Wellen von 160 m Länge aufgefangen werden, so ist der Verlängerungsdraht genau mit 50 m zu bemessen.

Zur Erhöhung der Wirkung im Empfänger verwendet Slaby-Arco einen kleinen, sehr einfachen Apparat, der in seiner einfachsten Gestalt aus einer Drahtspule von bestimmter Form und Wickelungsart besteht,

die wieder von der Wellenlänge abhängig sind. Die Wirkung dieser Spule besteht nun darin, die Geschwindigkeit eines elektrischen Impulses herabzusetzen, woraus sich eine wesentliche Erhöhung der Spannung ergibt, die wieder ein besseres Ansprechen des Fritters im Gefolge hat. Diese Vorrichtung, von Slaby „Multiplikator“ benannt, beruht auf elektrischen Resonanzwirkungen und fällt derselben eine ähnliche Rolle zu wie dem Resonanzboden eines Musikinstrumentes. Diese abgestimmte Multiplikationsspule wird zwischen der Verlängerung des Auffangdrahtes und dem Fritter geschaltet.

Da durch Einschaltung dieses Apparates eine Erhöhung der Spannung eintritt, der Fritter aber nur auf Spannung anspricht, erklärt sich die Wirkung dieser Spule auf natürliche Weise. Diese Spule wirkt aber noch auf andere Weise, indem selbe nur solche Wellen durchlässt, auf welche sie abgestimmt ist. Hierdurch werden alle jene Wellen anderer Länge, welche von dem unreinen Knotenpunkte der Erdverbindung durchgelassen werden, von demselben reflektiert und erhöht der Multiplikator sonach noch in bedeutendem Masse die Sicherheit der Abstimmung.

Um elektrische Wellen von bestimmter und vereinbarter Länge zu erzeugen, bedienten sich Slaby-Arco anfänglich der in Fig. 17 schematisch dargestellten Einrichtung. Hier gelangt statt des Luftdrahtes eine geerdete Sendeschleife zur Anwendung, in welcher oberhalb der Funkenstrecke zur Vergrößerung der Elektrizitätsmenge ein Kondensator eingeschaltet wird.



Die Erfinder gingen hierbei von der Ansicht aus, dass die drahtlose Telegraphie nichts anderes sei als eine eigene Art der elektrischen Kraftübertragung und demnach diejenige Sendemethode am wirksamsten sein müsse, bei welcher es gelingt, die möglichst grösste Menge elektrischer Energie in die oscillierende Form umzusetzen. Hierfür zeigt sich nicht allein die Anwendung einer grossen Spannung, sondern auch einer möglichst grossen Elektrizitätsmenge von Vorteil.

Bei der in Fig. 17 dargestellten Einrichtung gelangt für die Ladung die gesamte durch die Erde geschlossene Schleife zur Walzung. Für die Entladung, welche mit dem Einsetzen des Funkens beginnt und welche allein die schnellen elektrischen Schwingungen hervorruft, dient nur der erste Vertikalleiter K C, indem der Uebertritt

der Schwingungen in den Leiter ED, durch die Zwischenschaltung der stark verstimmtten Spule CD von grosser elektrischer Trägheit verhindert wird. Diese Spule soll wie eine Art Barriere wirken, von welcher die schnellen elektrischen Schwingungen reflektiert werden, so dass die Fernwirkungen nur von dem vertikalen Leiter KC ausgehen und nicht durch etwaige Gegenwirkungen des zweiten Leiters ED gestört werden können. Die Länge der von einem solchen Sender ausgesendeten Wellen ist nun durch die Induktanz des senkrechten Drahtes und die Kapazität des Kondensators K genau bestimmt und kann durch Aenderung einer der beiden Grössen nach Belieben und Bedarf abgeändert werden.

Diese Anordnung hat sich aber, wie dies auch später von Marconi experimentell nachgewiesen wurde, nicht bewährt und wurde des-

Fig. 18.

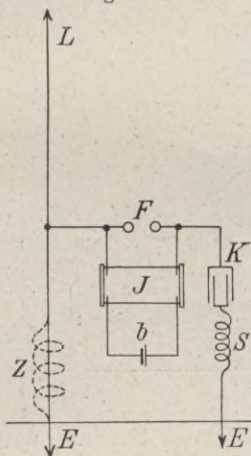
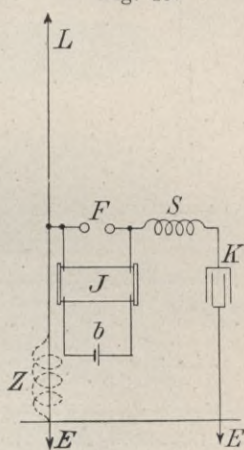


Fig. 19.



halb bald verlassen und an deren Stelle die in Fig. 18 zur Anschauung gebrachte Anordnung gewählt. Hierbei besteht der Sender aus einem langen Luftdraht  $L$ , welcher direkt zur Erde geführt ist und an welchen an einem Punkte eine Kugel der Funkenstrecke  $F$  anschliesst. Die zweite Funkenkugel steht über einen Kondensator  $K$  und eine regulierbare Selbstinduktion  $S$  ebenfalls mit der Erde in Verbindung. Eine genaue Betrachtung zeigt, dass wir es hier bereits mit einem in sich geschlossenen Senderkreis zu thun haben, bei welchem der Schluss desselben durch die Erde besorgt wird. Es wird hierdurch genau das Gleiche wie bei der Anordnung von Braun erreicht, bei welcher ein in sich geschlossener Flaschenkreis, der nur wenig ge-

dämpfte Schwingungen erzeugt, diese Schwingungen einem angehängten Drahte aufzwingt, welcher die aufgenommene elektrische Energie in Form elektromagnetischer Wellen ausstrahlt. Die Erdverbindung lässt sich in diesem Falle wohl kaum als ein Vorteil bezeichnen, da die Uebergangswiderstände an und für sich grosse sind und ausserdem fortwährenden Schwankungen unterliegen. Für eine günstige Wirkung eines solchen geschlossenen Flaschenkreises ist es jedoch Bedingung, dass der Widerstand der Verbindungsbrücke zwischen Funkenstrecke und Flaschenbatterie möglichst gering sei. Eine Abänderung dieser Anordnung zeigt Fig. 19, die sich von der vorhergehenden nur unwesentlich unterscheidet.

Die Spule Z in den Fig. 18 und 19 ist eine an den Luftleiter anschlatt- und regulierbare Induktanz.

Fig. 20.

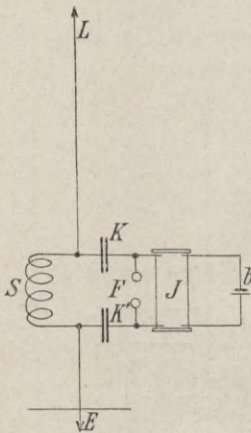
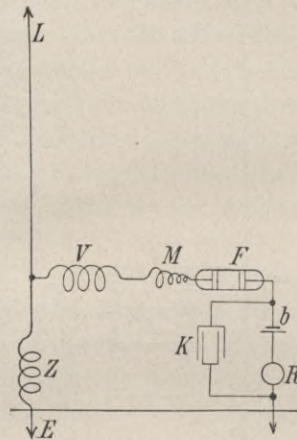


Fig. 21.



In der neuesten Anordnung Fig. 20 des Senders wird der geschlossene Flaschenkreis jedoch ohne doppelte Erdverbindung verwendet und unterscheidet sich diese Anordnung von der Braunschen Anordnung nur mehr durch eine etwas geänderte Verteilung der einzelnen hierbei in Betracht kommenden Vorrichtungen.

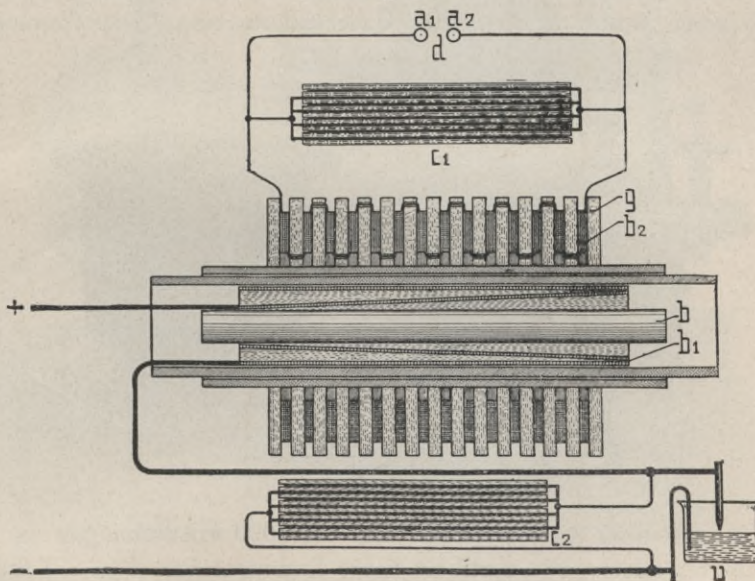
Die Empfangsanordnung, die für alle diese Senderanordnungen beibehalten erscheint, besteht (Fig. 21) aus dem geerdeten Luftdraht L, welcher unmittelbar vor der Erdverbindung durch eine Spule Z, deren Induktanz geregelt werden kann, in Verbindung steht. Von einem Punkte dieses Luftdrahtes zweigt die Verlängerungsspule V ab, an welche sich unmittelbar der Multiplikator M und hinter demselben der Fritter F anschliesst, welcher über die regulierbare Kapazität K zur Erde führt. Diese Kapazität ist im Nebenschlusse zu der Batterie



und dem eigentlichen Empfangsapparat R geschaltet. Der Strom der Batterie B kann nun, wenn der Fritter durch einlangende Wellen erregt, in den gut leitenden Zustand übergeht, nur über diesen Fritter durch den Multiplikator M den Verlängerungsdraht V zur Erde und von dieser über die zweite Erde und den Empfangsapparat R zur Batterie zurückkehren, da das Dielektrikum des Kondensators oder der Kapazität K den Uebergang des Stromes in den Nebenschluss in absoluter Weise behindert.

Ueber die praktische Ausgestaltung der einzelnen Apparate, die für die Funkentelegraphie nach dem System Slaby-Arco geschaffen wurden, geben die Fig. 22—30 Auskunft.

Fig. 22.



Die Funktion der Geberanordnung ist folgende: Der Kondensator wird durch den Induktor mit hochgespannter Elektrizität geladen und entladet sich einerseits durch die Funkenstrecke in den Sendendraht, andererseits direkt in die Erde. Hierdurch wird die Betriebssicherheit in gutem Masse gewährt, indem nur die eine Kondensatorbelegung und die eine Funkenkugel, Teile, die sich absolut abschliessen lassen, Hochspannung gegen Erde führen. Dadurch entfallen auch alle Isolationsschwierigkeiten für die Isolation des Luftdrahtes und verspürt man bei Anfassen desselben kaum merkliche Schläge. Zur Erzeugung der

Hochspannung gelangen je nach der Entfernung Induktoren von 30 cm Schlagweite bis zu Entfernungen von 40 km, von 40 cm Schlagweite für Entfernungen zwischen 40 und 80 km und für grössere Entfernungen solche von 3 Kilo Volt-Ampère-Leistung zur Anwendung, die durch einen Quecksilberturbinenunterbrecher bethätigt werden. Diese Induktoren werden, wo dies möglich ist, direkt an eine Lichtleitung angeschlossen, so dass in diesem Falle weder Akkumulatoren noch Trockenelemente benötigt werden. Steht Wechselstrom zur Verfügung, so vereinfacht sich die Anordnung noch weiter, da in diesem Falle der Induktor direkt an diese Leitung angeschlossen werden kann.

Fig. 22 zeigt die Ausgestaltung eines derartigen Induktors für mittlere Leistungen.

Der Quecksilberturbinenunterbrecher besteht aus einer durch einen Motor angetriebenen Quecksilberturbine. Die Tourenzahl

Fig. 23.

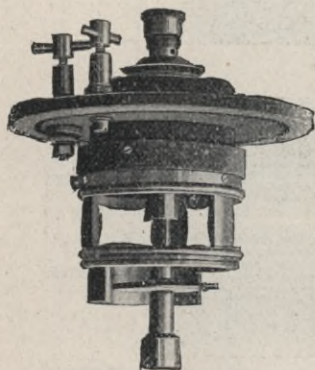


Fig. 24.

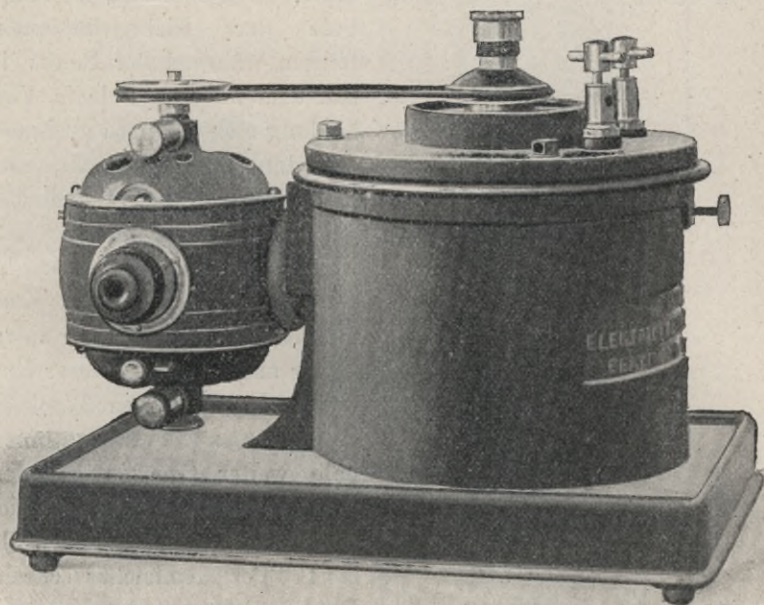


des Motors lässt sich zwischen 200 bis 1000 Umdrehungen in der Minute verändern. Die vertikale hohle Turbinenachse (Fig. 23) taucht mit ihrem unteren Ende in einen gusseisernen Topf (Fig. 24), in welchem 3 kg Quecksilber eingeführt sind. Das Quecksilber wird bei schneller Umdrehung der Turbinenachse durch an dieser angebrachte Flügel aufgesaugt und dann durch eine Oeffnung von 2 mm<sup>2</sup> horizontal herausgeschleudert. Der hierdurch entstehende Quecksilberstrahl trifft, während eines Teiles jeder Umdrehung, ein konzentrisch zur Achse angeordnetes Metallsegment, durch welches die leitende Verbindung in diesem Augenblicke hergestellt wird. Es entstehen sonach abwechselnde Stromschlüsse und Unterbrechungen. Zur Löschung des Unterbrechungsfunkens wird das Turbinengefäss mit Alkohol gefüllt,

so dass der Unterbrechungsfunke unter Alkohol auftritt. Die Aussenansicht dieses Turbinenunterbrechers zeigt Fig. 25.

An Stelle des Turbinenunterbrechers gelangt für grössere Leistungen der Grisson Gleichstrom-Wechselstromumformer zur Anwendung. Die Primärwicklung des Induktors hat hier ausser ihren beiden Hauptanschlussklemmen  $P_1 P_2$  (Fig. 26) noch eine dritte Klemme  $P_3$ , welche an die Mitte der Spulenwicklung führt. Der Strom der Gleichstromquelle wird zunächst in die Windungen  $P_1 P_3$  entsendet und

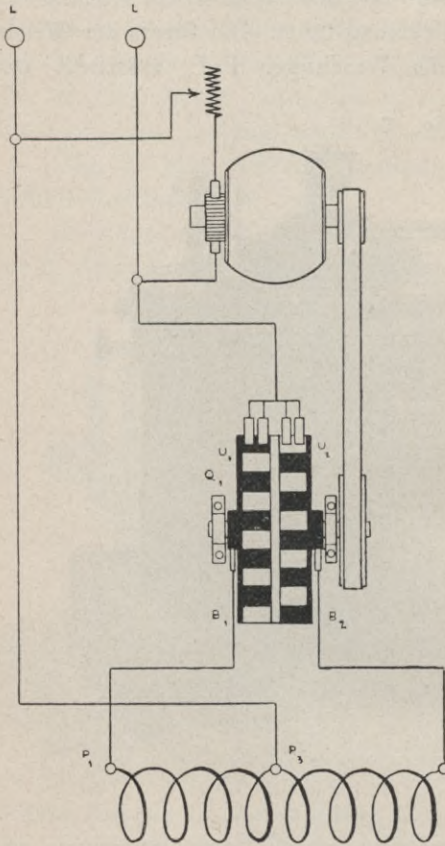
Fig. 25.



so lange geschlossen gehalten, bis ein gewisses Strommaximum aufgetreten ist, worauf ausserdem noch der Strom für die Windungen  $P_2 P_3$  geschlossen wird. Diese als getrennt zu betrachtenden Spulen mit gemeinschaftlichem Eisenkern suchen denselben entgegengesetzt zu magnetisieren, und es wird daher durch den Stromschluss  $P_2 P_3$  in  $P_1 P_2$  eine elektromotorische Gegenkraft erzeugt, welche die Stromstärke bis nahezu Null verringert. In diesem Momente wird der erste Stromkreis unterbrochen, worauf der Strom  $P_2 P_3$  schnell bis zum Maximalwert anwächst. Ist dies erfolgt, so wird wieder  $P_1 P_3$  zugeschaltet und so fort.

Zur automatischen abwechselnden Schliessung dieser beiden Stromkreise dient eine in Form eines Dynamokollektors ausgebildete Kontaktvorrichtung. Dieselbe setzt sich aus zwei Kontaktscheiben  $U_1$   $U_2$  zusammen, welche voneinander isoliert auf einer gemeinsamen Welle

Fig. 26.



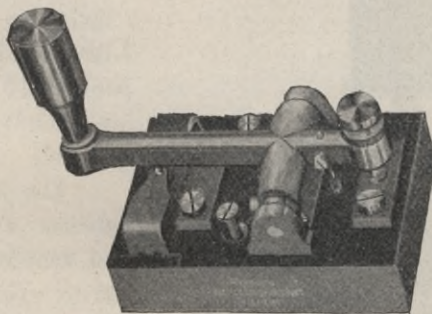
befestigt sind. Von den Punkten  $P_1$  und  $P_3$  gehen Drähte zu den beiden Schleifkontakten  $B_1$   $B_2$ . An den Segmenten der Kontaktscheiben schleifen je zwei Kontakte, die gemeinsam zu einem Pole der Elektrizitätsquelle führen, während der Punkt  $P_3$  mit dem anderen Pole in Verbindung steht. Durch geeignete Anordnung der Kontaktlamellen an den beiden Kontaktscheiben findet nun die eingangs erwähnte Umschaltung in der beschriebenen Weise statt. Die Kontakteinrichtung wird von einem Motor angetrieben. Dieser Umformer liefert reinen Wechselstrom, dessen Kurvenform innerhalb weiter Grenzen geändert werden kann. Auch lässt sich die Periodenzahl zwischen 15 bis 100 Perioden leicht wechseln. Da bei Auftreten des Maximalwertes der Ströme keine Unterbrechung stattfindet, treten fast gar keine Unterbrechungsfunken

auf und wird es dadurch möglich, bedeutende Stromstärken zur Speisung des Induktors heranzuziehen.

Der Zeichengeber mit magnetischer Funkenlöschung. Für die Zeichengebung gelangt ein Morsetaster (Fig. 27) mit magnetischer Funkenlöschung zur Anwendung, welcher ein Abschmelzen der Platinkontakte und etwa daraus entstehende Betriebsstörungen hintanhält. Die Funkenlöcher beruhen entweder auf rein magnetischer oder auf elektromotorischer Wirkung. Die Einrichtung mit elektromagnetischer Funkenlöschung lässt sich an jedem gewöhnlichen Morsetaster

ohne weiteres nachträglich anbringen. Für eine bewegliche Station gelangt ferner ein dreistufiger Regulierwiderstand zur Benützung, der in den primären Kreis des Induktors eingeschaltet wird und zur Schwächung der Geberintensität dient, wenn man auf kurze Entfernungen signalisieren will. Durch einen einpoligen Hebelumschalter, dessen drei Stellungen durch „stark“, „mittel“ und „schwach“ bezeichnet sind, werden je nach der Signalentfernung entweder kein, ein oder zwei Widerstände eingeschaltet, wodurch sich die Funkenlänge von 4,5 cm auf 1,5 cm und 0,5 cm herabdrücken lässt. Die mittlere Funkenlänge genügt auf Entfernungen bis zu 40 km, die kleinste Funkenlänge für solche bis zu 15 km.

Fig. 27.

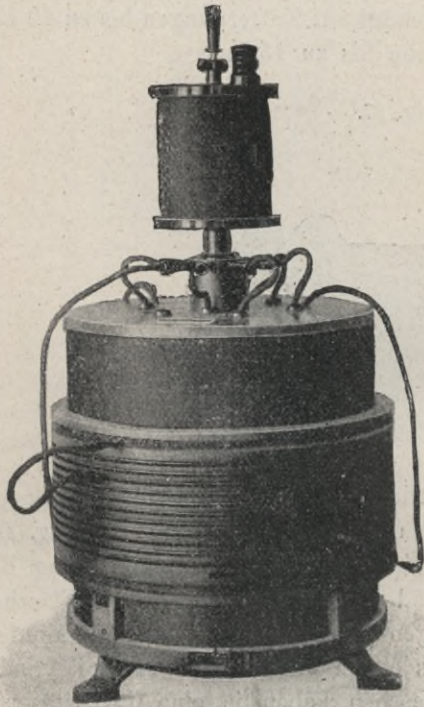


Als Kondensatoren werden 3, 7 oder 14 Leidener Doppelflaschen verwendet, die in einem gemeinsamen Gehäuse (Fig. 28) untergebracht sind. Das Gehäuse besteht aus einem cylindrischen Behälter, zwischen dessen oberer und unterer Grundplatte die Flaschen durch Zwischenlegen von Filzringen festgeklemmt sind. Die Mantelummhüllung dieses Gefäßes ist aus einem Papp- oder Mikanitecylinder gebildet. Die einzelnen Doppelflaschen haben je eine Kapazität von 0,001 Mikrofarad. Die Aussenbelegungen dieser Flaschen sind durch eine auf der unteren Holzplatte aufgelegte Stanniolplatte miteinander verbunden. Die inneren Belegungen werden einzeln an eine gut isolierte Sammelplatte geführt. Die Anzahl der Flaschen richtet sich nach der Drahtlänge des Senders und gelangen für 20 m Drahtlänge Gehäuse mit drei Doppelflaschen, für solche bis 40 m Drahtlänge mit sieben Doppelflaschen und für solche über 40 m mit 14 Doppelflaschen zur Verwendung.

Die Funkenstrecke ist auf die Sammelplatte des Flaschengehäuses (Fig. 28) vertikal aufgesetzt und zum Zwecke der Schall-

dämpfung mit einem Papp- oder Mikanitcylinder umgeben. Durch ein auf diesen Cylinder aufgesetztes Abzugsrohr ist für die Ventilation im Inneren vorgesorgt. Die Verbindung der beiden Pole der Funkenstrecke mit den Sekundärklemmen des abseits an der Wand befestigten Induktors erfolgt mittels Gummikabels. Der obere verstellbare Pol der Funkenstrecke ist geerdet und dadurch ungefährlich gemacht. Der untere Pol, dessen Berührung gefährlich werden könnte, ist durch

Fig. 28.



seine versteckte Lage schwer zugänglich und wird ausserdem durch rote Farbe auffallend bezeichnet.

Das eigentliche Sendekabel besteht aus einer oder mehreren gummiisolierten Litzen und wird am oberen Ende (10 % der Länge) als cylindrischer Käfig ausgebildet.

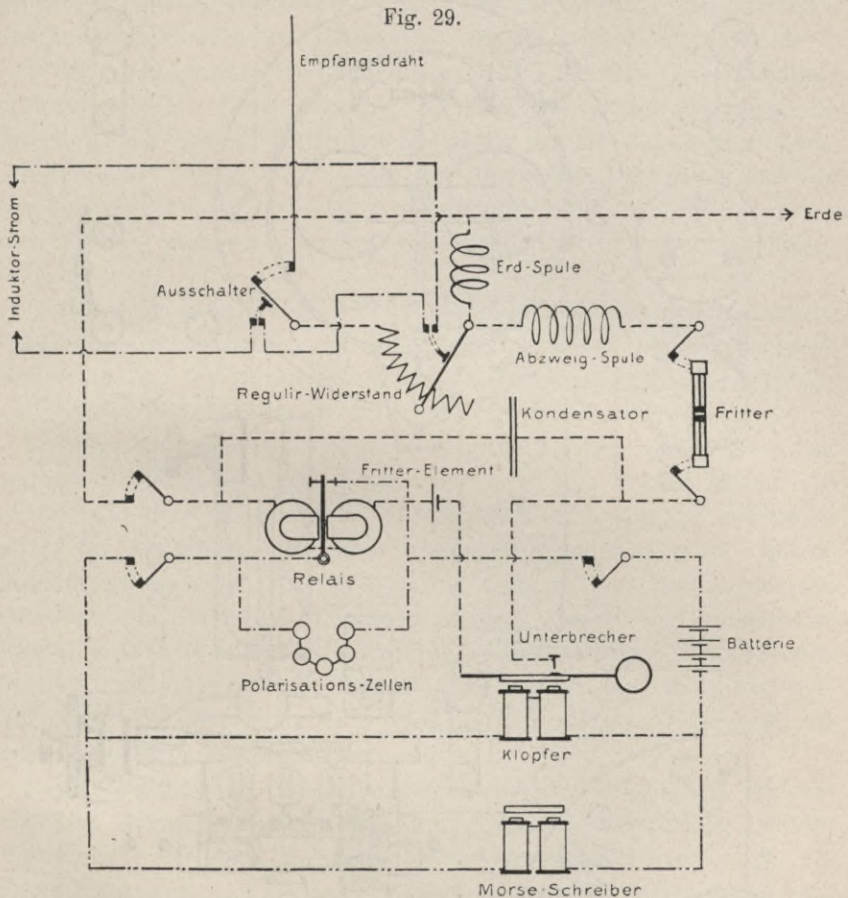
Die auf dem Flaschengehäuse unten angebrachte und zwischen Luftdraht und Erregersystem angeordnete Abschaltfunkenstrecke dient dazu, während des „Empfangens“ den Hochspannungskreis des Gebers vom Empfänger selbstthätig abzuschalten.

Die Abstimmungs- und Erregerspulen sind auf die cylindrische Hülle des Flaschengehäuses aufgewickelt.

Der gleichfalls vorgesehene, zwischen Luftdraht und Apparatenraum geschaltete Gewitterumschalter dient dazu, den Luftdraht bei heranziehendem Gewitter abzuschalten.

Der Empfänger. Die Gesamteinrichtung einer vollständigen Empfangseinrichtung besteht ausser dem eigentlichen Morseschreiber, dem Alarm- und Anrufläutewerke und den Abstimmungspulen, die keiner Beschreibung bedürfen, aus dem eigentlichen Empfangsapparat mit Batterie und Fritter.

Die Schaltung der Empfangsapparate zeigen die Fig. 29 und 30, wobei Fig. 29 den schematischen Verlauf der Leitungen, Fig. 30 die wirkliche Drahtführung darstellt. Die Gesamteinrichtung weist einen Schwach- und einen Starkstromkreis auf, die voneinander getrennt und auch durch verschiedenartige Linien, und zwar — — — — für den

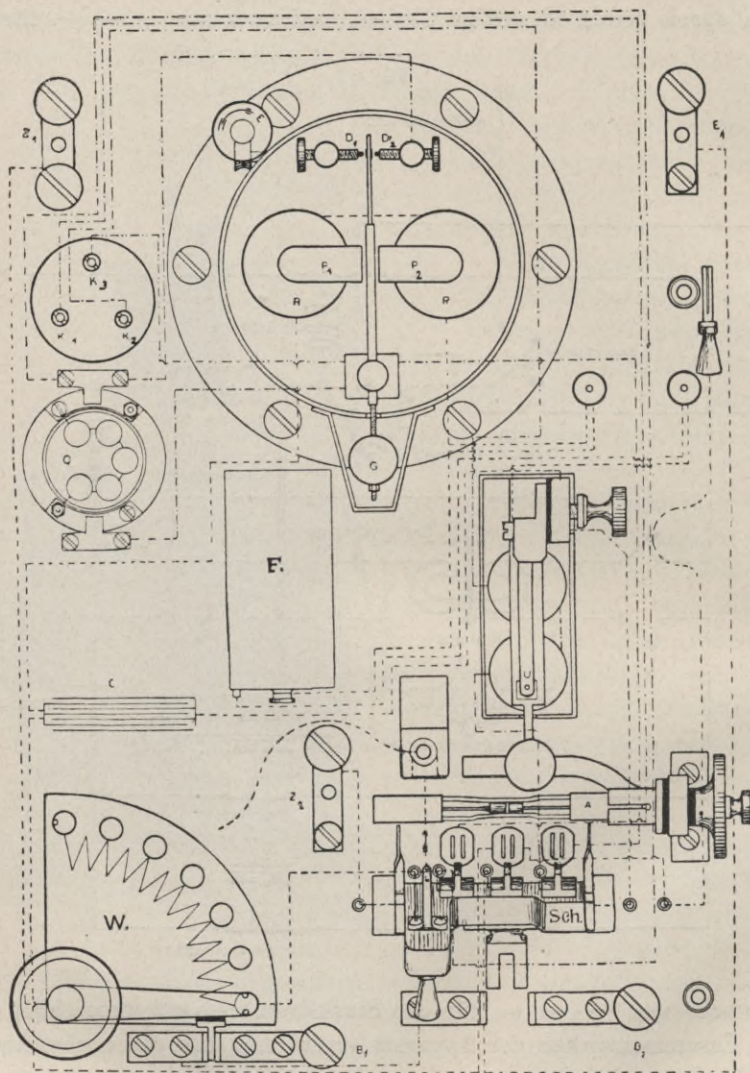


Schwach- und — — — — für den Starkstromkreis gekennzeichnet sind. Das Zusammenwirken der Apparate ergibt sich aus der nachstehenden Beschreibung derselben.

Der Fritter. Derselbe ist trotzdem, dass er luftleer gemacht, daher im Inneren nicht zugänglich ist, auf jeden beliebigen Grad der Empfindlichkeit einstellbar. Die Elektroden des Fritters bestehen aus Silber, die in die Glasröhren sehr genau eingepasst sind, so dass das

sehr feine Frittpulver nicht zwischen Kolben und Glas eindringen kann. Die Zuführungen zu den Elektroden bestehen aus starkem Platindraht

Fig. 30.



und endigen in eine auf die Glasröhre fest aufgekippte Metallkapsel. Zum Zwecke der Regulierung sind die Stirnwände der Elektroden, zwischen welche das Frittpulver zu liegen kommt, nicht parallel,



sondern abgeschragt, so dass der Spalt einen keilförmigen Ausschnitt bildet. Steht der schmale Teil des Spaltes nach unten, so füllt das Pulver einen grösseren Teil aus und der Pulverdruck verstärkt sich. Die Empfindlichkeit des Fritters ist dann am grössten. Steht hingegen der breitere Teil des Spaltes nach unten, so verteilt sich das Pulver auf eine grössere Fläche, der Pulverdruck sinkt und die Empfindlichkeit wird am geringsten. Es ist nun leicht zu ersehen, dass durch entsprechende Verdrehung der Fritterröhre jede Empfindlichkeit innerhalb dieser äussersten Grenzen erreicht werden kann. Zu diesem Zwecke ist die Frittröhre in Lagern um ihre Längsachse drehbar gemacht. Durch ein Stellrad mit Sperrfeder kann nicht nur die Empfindlichkeit auch während des Telegraphierens reguliert, sondern auch die als passendst anerkannte Empfindlichkeit aufrecht erhalten werden.

Das Auswechseln des Fritters ist infolge Benutzung von federnden Metallhülsen als Anschlüsse ausserordentlich einfach. Die Fritter werden je nach der in Aussicht genommenen Signalentfernung mit mässiger oder sehr grosser Empfindlichkeit geliefert.

Der Klopfers ist derartig eingestellt, dass durch die Bewegung des Klopfershebels, unmittelbar vor dem Schlag gegen den Fritter, der Schwachstromkreis unterbrochen und dadurch die Spannung des Fritterelementes vom Fritter abgenommen wird. Durch diese Schaltung wird ein leichtes und sicheres Auslösen sowie eine grössere Lebensdauer des Fritters erreicht, indem der sonst beim Schlage im Fritter auftretende Unterbrechungsfunke des Schwachstromes an die Unterbrechungsstelle des Klopfers verlegt ist. Hierdurch entfällt auch die Notwendigkeit, einen induktionslosen Widerstand zur Unterbrechungsstelle parallel zu schalten.

Zur Bethätigung des Relais gelangt ein Trockenelement zur Anwendung, dessen Spannung zwischen 1,2 bis 1,5 Volt beträgt, da bei Spannungen über 1,5 Volt der Fritter unregelmässig arbeitet, für Spannungen unter 1,2 Volt die Empfindlichkeit des Relais aber nicht mehr gross genug ist.

Als Relais wird ein polarisiertes Relais verwendet, dessen Spulenwiderstand circa 2000 Ohm beträgt, also gerade so viel wie der Widerstand des Fritters bei normaler Intensität. Der einzige Unterschied gegenüber einem gewöhnlichen polarisierten Relais besteht darin, dass ein an der Relaiszunge angebrachtes Gegengewicht G (Fig. 30) diese Zunge in jeder Lage so ausbalanciert, dass das Relais um  $90^{\circ}$  gegen die Horizontale verdreht werden kann.

Der Kondensator C (Fig. 30) besteht aus durch Glimmerscheiben voneinander isolierten Stanniolblättern und hat eine Kapazität von 0,01 Mikrofarad, welche sonach im Vergleiche zu der des Fritters unendlich gross ist. Derselbe ist parallel zum Trockenelement und der Relaiswicklung geschaltet und nimmt die durch die Selbstinduktion des Relais sonst auf den Fritter wirkenden Spannungsstösse auf und verhindert so das Ansprechen des letzteren auf diese Stösse.

Um die Intensität des Empfanges beweglicher Stationen beim Depeschenwechsel auf geringe Entfernungen abzuschwächen, dient der Regulierwiderstand W (Fig. 30). Durch Verstellen der Kurbel dieses Widerstandes wird ausser dem Zuschalten von Widerständen auch noch die Abstimmung gestört und hierdurch die Wirkung der einlangenden Wellen abgeschwächt.

Um ein Vergessen des Zurückdrehens der Kurbel bei sich vergrössernder Signalentfernung zu verhindern, ist dieselbe mit einem Ausschalter für den Turbinenstromkreis derart in Verbindung gebracht, dass man vor dem Geben jedesmal gezwungen ist, die Kurbel in die Anfangstellung zu bringen, weil nur in dieser der erwähnte Stromkreis geschlossen ist.

Der Ein- und Ausschalter Sch (Fig. 30) schliesst resp. öffnet folgende Verbindungen: die Schwachstromleitung zum Fritter, die Starkstromleitung zum Relais, die Hochspannungs- und die Erdleitung. Hierdurch wird jede Einwirkung des Sendekreises der eigenen Einrichtung auf deren Empfangskreis vollkommen ausgeschlossen. An diesem Ausschalter befinden sich noch zwei Kontaktklemmen  $B_1$ ,  $B_2$ , welche bei offenem Schalter miteinander verbunden, bei geschlossenem Schalter aber getrennt sind. Da durch diese Klemmen der Primärstrom des Induktors geleitet wird, ist es bei offenem Schalter unmöglich, die Sendeeinrichtung zu bethätigen, indem der Induktor keinen Strom erhalten kann.

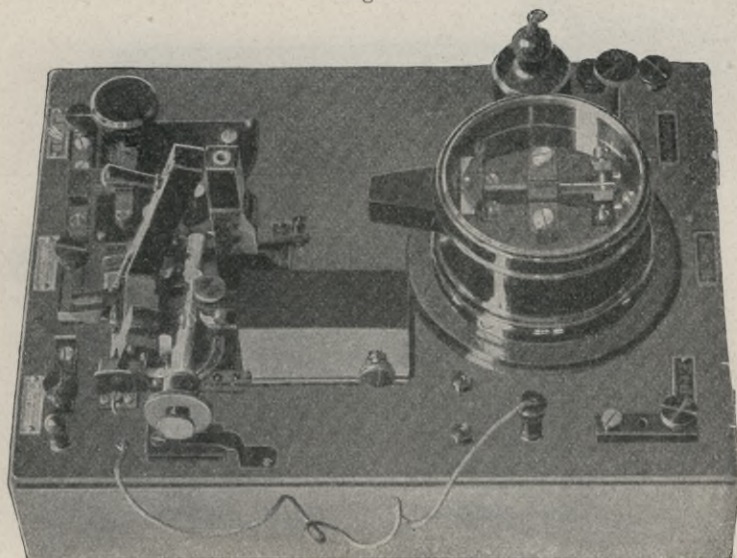
In den Starkstromkreis des Morseapparates ist der eine Kontakt des Relais, deren Kontaktzunge, die Batterie, der Klopfer und zu diesem parallel der Morseschreiber, und zu letzterem wieder parallel der Anrufwecker geschaltet. Letzterer ist in Fig. 29, welche diese Verbindungen am besten ersehen lässt, nicht gezeichnet.

Die Starkstrombatterie für den Morsekreis besteht aus vier Trockenelementen mit einer Spannung von 4 bis 6 Volt. Der von dieser Batterie ausgehende Strom geht durch den in der Stöpseldose auf dem Empfangsapparate angebrachten Kontakt  $K_1$  (Fig. 30) einerseits, durch die Relaiszunge, den Arbeitskontakt, den Klopfer und von dort durch den

zweiten Kontakt  $K_2$  wieder zur Batterie zurück. Solange die Relaiszunge am Ruhekontakt  $D_1$  anliegt, sind die Polarisationszellen  $O$  in dem Starkstromkreise in Reihe geschaltet. Haben die Polarisationszellen durch einen Ladestoss eine genügende Ladung und dadurch eine elektromotorische Gegenkraft angenommen, so wird der Batteriestrom Null und kann sohin eine Schwächung der Batterie durch einen Dauerstrom nicht eintreten.

Wird durch die Relaiszunge der Strom der Morsebatterie geschlossen und hierdurch der Strom durch die Windungen des Klopfers, deren Widerstand 6 Ohm beträgt, geleitet, so werden auch gleichzeitig

Fig. 31.



die Polarisationszellen kurz geschlossen, wodurch sich selbe entladen. Beim Oeffnen des Relaiskontaktes nehmen die Polarisationszellen die bei der Unterbrechung des Stromes entstehenden Induktionsströme des Klopfers und Morseschreibers auf, so dass am Relaiskontakt ein Unterbrechungsfunke, durch welchen der Fritter angeregt werden könnte, nicht entstehen kann.

Am Morseapparat sind ausser den Anschlussklemmen für die Elektromagnetwindungen noch zwei ausschaltbare Anschlussklemmen angebracht, durch welche die Verbindung zu einem abgezweigten Wecker hergestellt wird, wenn der Apparatenraum für einige Zeit verlassen werden muss.

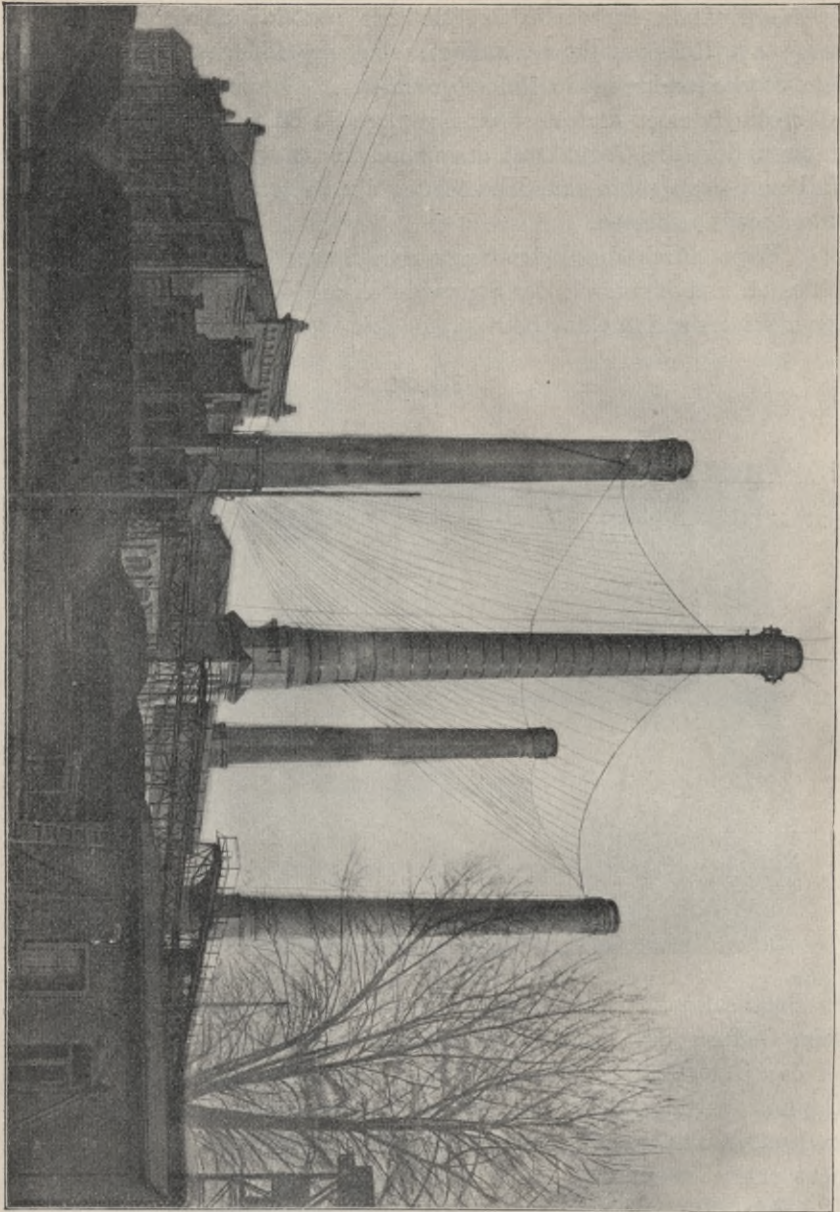


Fig. 32.

Der Öffnungsfunke dieses Weckers wird gleichfalls durch Polarisationszellen verhindert. Eine Ansicht des Empfangskreises zeigt Fig. 31 und Fig. 32 die Anordnung der Empfangs- bzw. Sendedrähte einer Station, nach einer photographischen Aufnahme.

**Bewegliche Funkentelegraphenstationen.** In ähnlicher Weise wie von der Braun und Siemens-Halske G. m. b. H. wurden von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft auch bewegliche Funkentelegraphenstationen für den Verkehr über Land und zwar sowohl tragbare als auch fahrbare Stationen geschaffen, welche letztere hauptsächlich für Armeezwecke bestimmt sind und in erster Linie das Interesse erwecken, somit allein zur Vorführung kommen sollen.

Die fahrbaren funkentelegraphischen Stationen für Feldzwecke, wie solche in Fig. 33 in fahrbaren und in Fig. 34 im geöffneten Zustande dargestellt sind, ähneln in der äusseren Form den gleichen Stationen der vorerwähnten Gesellschaft, was auch sofort

Fig. 33.



einleuchtend ist, da sich den gegebenen Bedingungen und Normen gefügt werden musste.

Die inneren Einrichtungen weisen hingegen, abgesehen von dem Unterschiede des Systemes in Bezug auf die Gesamtanordnung und verwendete Elektrizitätsquelle, ganz erhebliche Unterschiede auf.

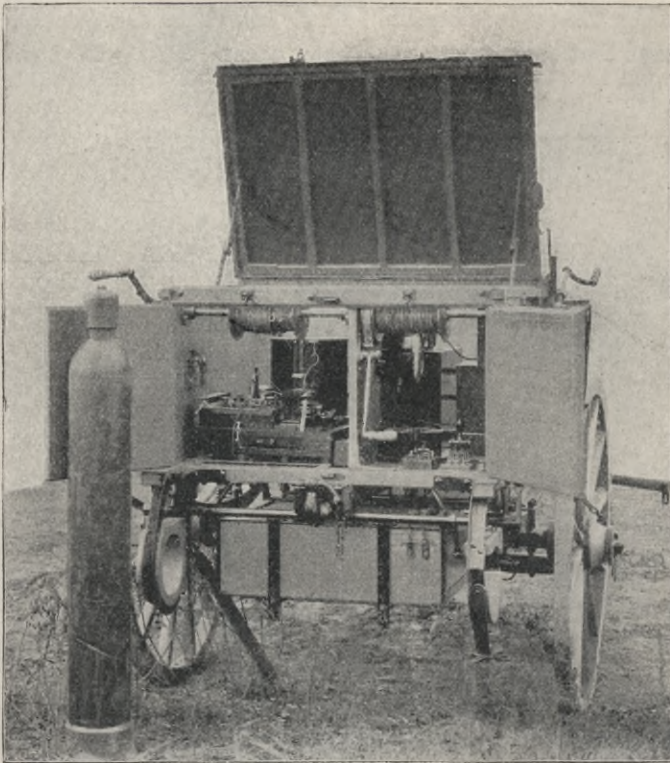
Sämtliche Apparate und Hilfsmittel inklusive Stromquelle sind in einem Fahrzeuge untergebracht, welches aus einem Vorder- und Hinterwagen besteht, wobei die Wagen nach dem Protzsystem zusammengehängt werden. Die Wagen sind in Bezug auf ihre äussere Ausstattung ganz den Normalien der deutschen Armeefahrzeuge angepasst. Im Vorderwagen befinden sich alle Send- und Empfangsapparate, sowie ein Teil der Hilfsmittel und die Hälfte der Elektrizitätsquelle, welche hier aus Hellesen Lagerelementen besteht. Im Hinterwagen sind die übrigen Elemente und die Reserveteile untergebracht.

Durch diese Verteilung besitzt die fahrbare Station eine sehr grosse Beweglichkeit, indem man den Hinterwagen in besonders

schwierigem Terrain einfach zurücklassen und mit dem Vorderwagen, der nur 900 kg (Gesamtgewicht beider Wagen 1800 kg) wiegt, allein vorgehen kann.

Fig. 34 stellt den geöffneten Vorderwagen dar. Aus Fig. 35 ist die Verteilung der Apparate in demselben zu entnehmen. Wie aus dieser Figur ersichtbar, ist der Wagenkasten durch eine Längswand in zwei Abteile zerlegt, deren rechter die Sende- und deren linker die

Fig. 34.

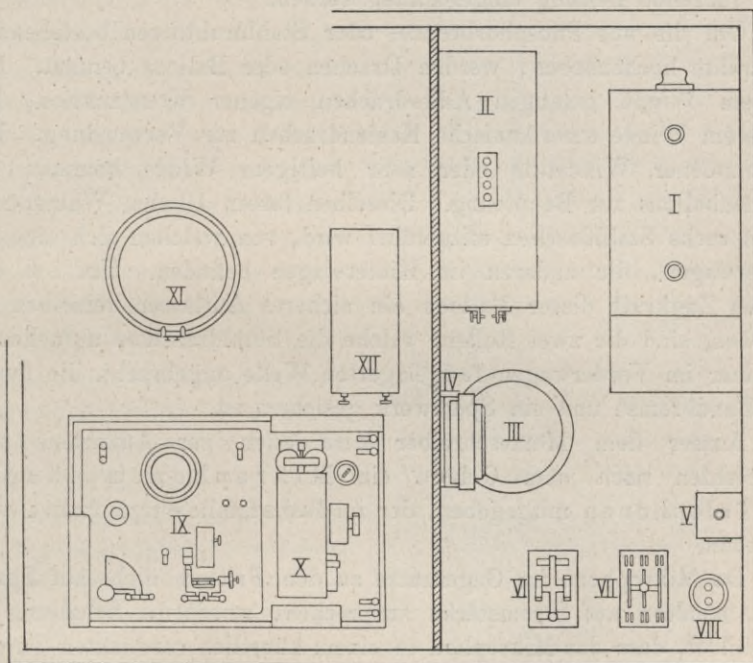


Empfangsapparate aufnimmt. In dieser Figur bezeichnet I den Induktor im Holzkasten, II einen Holzkasten mit drei Leydener Flaschen und Abschaltfunkenstrecke, III eine Abstimmspule mit Steckkontakt, IV ein Hitzdrahtampèremeter bis 0,5 Ampère in Eisenrahmen federnd aufgehängt, V die eingebaute Funkenstrecke, VI den Morsetaster mit magnetischer Funkenlöschung, VII einen dreipoligen Hebelumschalter, VIII einen Steckkontakt, IX und X den Empfangsapparat und Morse-schreiber zusammen in einen federnden Kasten eingebaut, XI eine Ab-

stimmungsspule mit Schiebekontakten und XII die Batterie zum Empfangsapparate.

Die Einrichtung der einzelnen Apparate ist in prinzipieller Hinsicht ganz die gleiche wie bei den festen Stationen, nur musste naturgemäss deren Konstruktion den gegebenen Bedingungen entsprechend angepasst werden. So ist der Induktor mit einem Hammerunterbrecher ausgerüstet und in einen Holzkasten eingebaut. Der Empfangsapparat nebst Morseschreiber ist in einem sorgfältig gefederten Kasten unter-

Fig. 35.



gebracht, damit derselbe bei der bedingten schnellen Fahrt über die schlechtesten Wege keinen Schaden leide. In gleicher Weise musste dem Einbau der Leydener Flaschen die grösste Sorgfalt gewidmet werden.

Die als Stromquelle benutzten Hellesen-Lagerelemente sind in vier unter dem Wagen angehängten Kästen untergebracht. Selbe wurden an Stelle von Trockenelementen deshalb gewählt, weil sie nach längerem Gebrauche durch Einfüllung frischer Salmiaklösung regeneriert werden können und bei längerem Nichtgebrauche durch Ausgiessen der Erregerflüssigkeit eine zwecklose Abnützung der Zinkelek-

troden vermieden wird. Diese Elemente sind so angeordnet, dass durch Parallel- bzw. Reihenschaltung einzelner Gruppen mittels des im Vorderwagen befindlichen Umschalters eine Spannung von 10 bzw. 20 Volt hergestellt wird. Bei der Schaltung auf 20 Volt kann die im Hinterwagen befindliche Batterie mittels eines Verbindungskabels parallel geschaltet werden. Dies geschieht, um die Strombelastung der einzelnen Elemente herabzusetzen.

Das Hitzdrahtampèremeter, welches für die Senderabstimmung notwendig ist, kann durch einen kleinen Schalthebel in die zum Luftdraht führende Leitung eingeschaltet werden.

Um die aus Phosphorbronze- oder Stahldrahtlitzen bestehenden Luftdrähte hochzuheben, werden Drachen oder Ballons benutzt. Bei leichtem Winde gelangen Adlerdrachen eigener Konstruktion, bei stärkerem Winde amerikanische Kastendrachen zur Verwendung. Bei vollkommener Windstille oder sehr heftigem Winde kommen die Drachenballons zur Benutzung. Dieselben fassen 10 cbm Wasserstoff, der in sechs Stahlflaschen mitgeführt wird, von welchen sich eine im Vorderwagen, die anderen im Hinterwagen befinden. Um bei der grossen Zugkraft dieser Ballons ein sicheres Auflassen derselben zu erreichen, sind die zwei Rollen, welche die Stahldrahtlitze aufnehmen, auf einer im Vorderwagen festgelagerten Welle angebracht, die durch eine Bandbremse und ein Sperrwerk gesichert ist.

Ausser dem Morseschreiber wird auch zur Aufnahme von Nachrichten nach dem Gehöre ein Mikrophonempfünger mit Telephonen mitgegeben, der im Bedarfsfalle eingeschaltet werden kann.

Da Mikrophone im Gegensatze zu den Frittern nicht auf Spannung, sondern auf Stromstärke ansprechen, wurde die Schaltung so ausgebildet, dass das Mikrophon in einem künstlich verstärkten Strombauche des empfangenden Wellenkreises angeordnet ist. Das Mikrophon ist ausserdem in eine Verzweigung des Empfangssystemes eingelegt, wodurch einerseits atmosphärische Störungen ausgeschlossen sind, andererseits eine reine Abstimmung und dadurch grössere Empfangsintensität erzielt wird.

Das Trockenelement F (schematische Darstellung des Stromverlaufes (Fig. 36), welches durch den doppelpoligen Umschalter mit dem Mikrophon M und dem Telephon T über eine Drosselspule D in Reihe geschaltet ist, ist in einen Holzkasten eingebaut. Durch Schliessen und Oeffnen eines Kontaktknopfes K wird das Mikrophon zum Ansprechen auf einen Anfangswiderstand von circa 150 Ohm gebracht,



so dass durch das Telephon ein dem Widerstande von M entsprechender, schwacher Dauerstrom durchfliesst.

Wird nun der Luftdraht von einlangenden elektromagnetischen Wellen erregt und übertragen sich die so in dem Draht entstehenden Oszillationen bei A auf das Mikrophon, so schwankt dessen Widerstand innerhalb kleiner Grenzen und veranlasst Stromschwankungen der Lokalbatterie F, die wieder im Telephon wahrnehmbar werden. Es ist sonach bei jedem Funken der Sendestation ein Geräusch im Telephon T zu vernehmen. Die Primärfrequenz des Senders soll mindestens so gross sein, dass circa 100 Funken in der Sekunde auftreten, weil Töne mit einer Schwingungszahl unter 100 im Telephon schlecht zu hören sind.

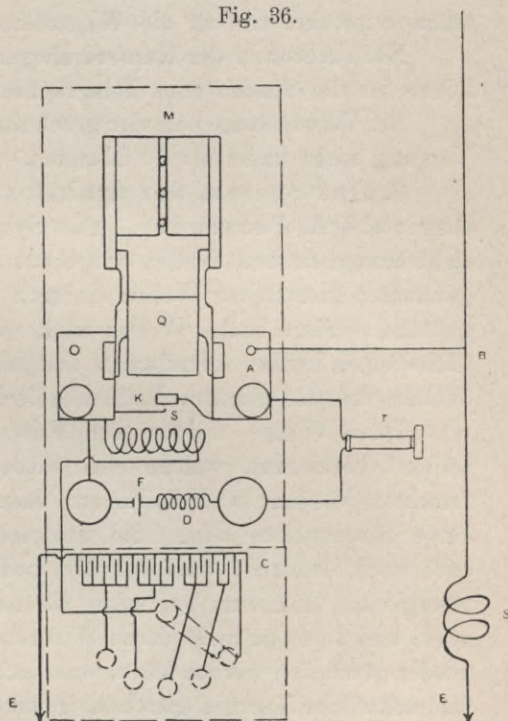
Die Abstimmung des Mikrophonempfängers erfolgt in der Weise, dass derselbe in einen dicht über den Erdungspunkt des Luftdrahtes bei B angeschlossenen Verzweigungskreis eingeschaltet wird, welcher durch die Abstimmungsspule S und den mittels Kurbel regulierbaren, bei E geerdeten Kondensator C auf die Eigenschwingung des Gebers abgestimmt ist.

Die Empfindlichkeit des Mikrophonempfängers ist wesentlich grösser als die eines empfindlichen Fritters, und sind daher auch die Uebertragungsentfernungen dementsprechend bedeutend grössere.

Die Schwierigkeit der Erdung solcher beweglichen funkentelegraphischen Stationen wurde bei dieser Einrichtung in sehr sinnreicher Weise gelöst.

Wie aus der Fig. 33 ersichtlich, befindet sich an der dem Beschauer zugewendeten Seite des Vorderwagens eine Rolle. Auf dieser Rolle ist ein Band aus Kupferdrahtgaze von 1 m Breite und 10 m Länge aufgewickelt. Das einfache Abrollen und flache Auslegen dieses

Fig. 36.



Bandes auf den Erdboden gewährt eine ausreichende Erdung, insbesondere dann, wenn hierbei lebender Pflanzenwuchs von der Gaze bedeckt wird.

Für die Bereitstellung dieser fahrbaren Station zum Telegraphieren wird vorerst der Hinterwagen abgehängt und der Vorderwagen gegen den Wind gedreht, sodann werden die Luftdrähte ausgelegt, mit den Drachen verbunden, hoch gebracht und mit ihrem unteren Ende an inzwischen eingeschlagenen Holzpfählen befestigt. Von diesen Pfählen werden die Leitungen zum Wagen an einen am Deckel befestigten Isolator geführt und an die Wagenleitung angeschlossen.

Nach Abrollen der Kupferdrahtgaze und Einschalten des Batteriehebels ist die Station zum Telegraphieren fertig.

Bei Verwendung von vier geschulten Leuten erfordert dieser ganze Vorgang nicht mehr als 10 Minuten.

3. Das System der drahtlosen Telegraphie von Prof. Reginald A. Fessenden. Das System von Fessenden soll auf elektromagnetischen Wellen aufgebaut sein, welche sich von den sogenannten Hertzschen Wellen dadurch unterscheiden, dass selbe keine ganzen, sondern halbe Wellen sind, welche sich nur längs der Oberfläche eines Leiters fortpflanzen und im Gegensatze zu den Hertzschen Wellen von der geraden Linie abgelenkt werden können.

Diese Wellen werden von Fessenden als „halbfreie Aetherwellen“ bezeichnet, welche sich wieder von den durch Lodge erforschten Wellen in Metallleitern dadurch unterscheiden, dass selbe keine Stromwellen sind. Sie unterscheiden sich von diesen Wellen auch noch dadurch, dass bei den Lodgeschen Wellen die elektrische Energie ein Maximum ist, wenn die magnetische Energie ein Minimum wird, und dass alle nicht durch Widerstandsverluste aufgezehrte Energie wieder gewonnen werden kann, während bei den Fessendenschen Wellen die elektrische Energie gleichzeitig ein Maximum wird, wenn die magnetische Energie ihr Maximum erreicht hat und die ausgestrahlte Energie auf keinem anderen Wege als dem der Ablenkung wiederzugewinnen ist.

Fessenden fand ferner, dass es für eine gute Entsendung und ein gutes Anfahren der Wellen wesentlich sei, dass die Oberfläche, längs welcher sich diese Wellen bewegen, ein guter Leiter sein soll, insbesondere in der unmittelbaren Nachbarschaft jenes Punktes, von welchem aus die Erzeugung stattfindet.

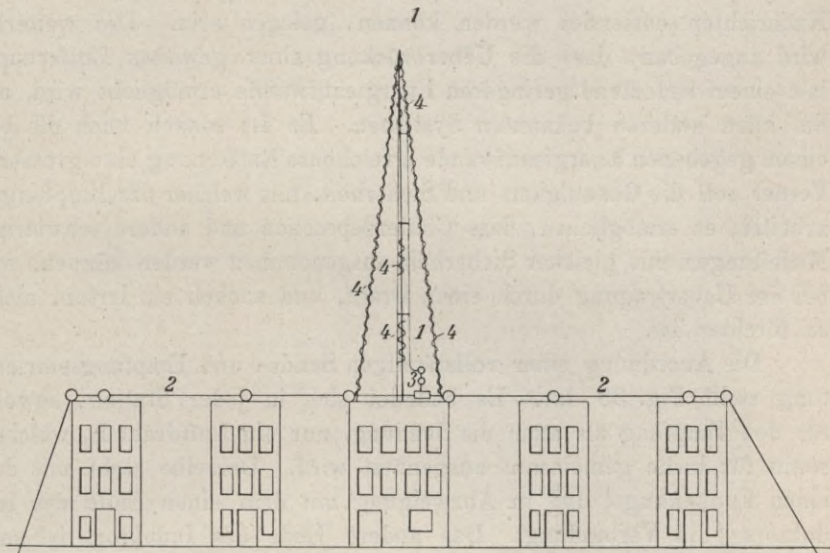
Der sehr gut leitende Teil der Oberfläche in unmittelbarer Nähe des Erzeugungsortes soll vom Erregungspunkte aus und zwar in der

Richtung der Sendung mindestens eine Länge erreichen, welche gleich  $\frac{\lambda}{4}$  oder ein Viertel der Wellenlänge in der Luft ist.

In Fig. 37 ist die von Fessenden gegebene diesbezügliche Anordnung, welche er als Wellenfall bezeichnet, dargestellt.

1 stellt hier den Luftdraht, 2,2 den geerdeten Leiter dar, welcher über die Gebäude und andere Hindernisse geführt wird und mindestens die Länge  $\frac{\lambda}{4}$  hat. Die an dem Tragemast oder an der Tragepyramide für den Luftdraht gewundenen Spulen 4 haben eine natürliche

Fig. 37.



Schwingungsperiode, die von jener des Luftleiters verschieden ist. Diese Spulen sollen im Verein mit dem geerdeten Leiter von aussen kommende Einflüsse elektrischer Wellen, welche sich in Bezug auf Wellenlänge mit dem Sender- bzw. Empfangsdrahte nicht im Einklange befinden, unschädlich machen und auch die atmosphärischen Potentiale, welche nachteilige Einflüsse auf den Empfang drahtloser Nachrichten ausüben, zerstreuen.

Nach Fessendens Wahrnehmung, dass in einem Medium erzeugte elektromagnetische Wellen, welches eine grössere spezifische induktive Kapazität und Permeabilität gegen elektromagnetische Wellen hat, wie die atmosphärische Luft, länger sind als solche, die unter

gleichen Umständen durch einen von Luft umgebenen Leiter entsendet werden, wird es auch möglich, die Höhe des Luftdrahtes bei gleichem Ergebnisse dann wesentlich zu verringern, wenn man denselben mit einem derartigen Medium umgibt. Die diesbezügliche Anordnung ist eine sehr einfache, indem der Luftdraht konzentrisch von einer Röhre umgeben wird, die nach unten abgeschlossen ist und mit dem gewünschten Material ausgefüllt wird.

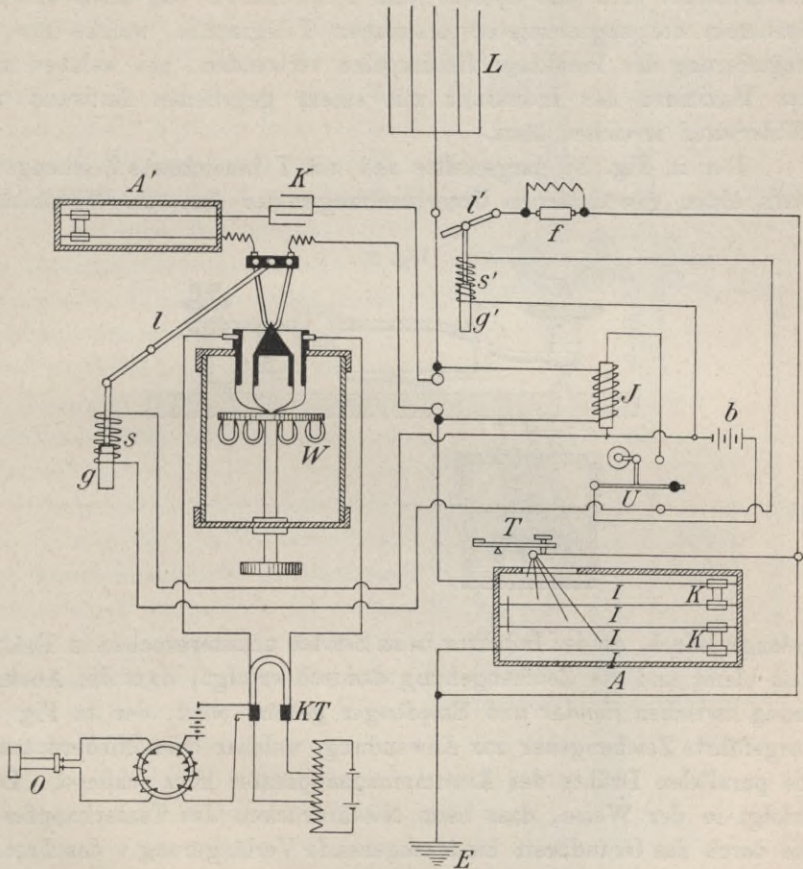
Für den praktischen Betrieb benützt Fessenden dermalen jedoch in der Sendestation nur einen normalen Luftdraht von grosser Kapazität und geringer Selbstinduktion.

Einer der Hauptvorzüge des Fessenden-Systems der drahtlosen Telegraphie soll in der Erhöhung der Geschwindigkeit, mittels welcher Nachrichten entsendet werden können, gelegen sein. Des weiteren wird angegeben, dass die Ueberbrückung einer gewissen Entfernung mit einem bedeutend geringeren Energieaufwande ermöglicht wird, als bei allen anderen bekannten Systemen. Es ist sonach auch die bei einem gegebenen Energieaufwande erreichbare Entfernung eine grössere. Ferner soll die Genauigkeit und Sicherheit, mit welcher der Empfänger arbeitet, es ermöglichen, dass Chifferdespeschen und andere schwierige Mitteilungen mit gleicher Sicherheit aufgenommen werden können, wie bei der Uebertragung durch einen Draht, und sonach ein Irrtum nicht zu fürchten ist.

Die Anordnung einer vollständigen Sende- und Empfangseinrichtung stellt Fig. 38 dar. Es befindet sich in jeder Station, sowohl für den Empfang als auch die Sendung, nur ein Luftdraht L, welcher sohin für beide gemeinsam ausgenützt wird. Derselbe steht mit der einen Funkenkugel und in Abzweigung mit dem einen Ende des Induktors J in Verbindung. Das andere Ende des Induktors ist mit der zweiten Funkenkugel verbunden und geht die Leitung von da über den Abstimmungsapparat A zur Erde E weiter. Durch den Umschalter U kann das Induktorium nach Bedarf von der Batterie b abgeschaltet werden. Für die Entsendung von Nachrichten wird der Induktor während der ganzen Zeit der Nachrichtenabgabe in ununterbrochener Thätigkeit erhalten, daher auch nicht durch die Zeichengebung, wie dies bei anderen Systemen der Fall ist, geschlossen oder unterbrochen. Die Zeichengebung erfolgt in der Weise, dass der Sender bei Niederdrücken des für diesen Zweck eigenartig angeordneten Zeichengebers oder Tasters T ausser Abstimmung gebracht wird. Man hat es sonach im Vergleiche zur Telegraphie mit Drähten mit einem sogenannten Ruhestromsystem zu thun. Dieses Ausserabstimmungbringen

erfolgt nun in der Weise, dass die Abstimmvorrichtung, welche am besten zwischen Induktor und Erde gelegt ist, durch die Einwirkung des Zeichengebers kurz geschlossen wird. Die mit A bezeichnete Abstimmvorrichtung besteht aus einer Reihe von parallelen Drähten I, die rostförmig angeordnet sind und längs welcher sich Gleitkontakte K

Fig. 38.



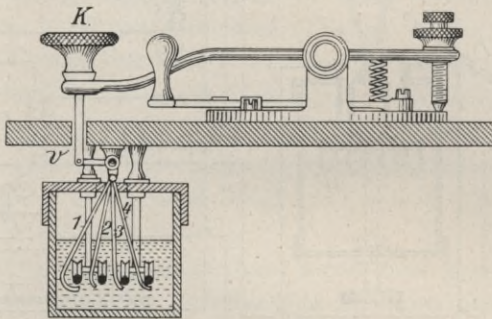
verschieben lassen. Diese Gleitkontakte bilden die leitende Verbindung zwischen je einem Paar solcher Drähte und ist es leicht zu erkennen, dass durch Verschieben dieser Gleitkontakte die Kapazität und Induktanz des Stromkreises in einer den Anforderungen entsprechenden Weise genau reguliert werden kann.

Diese Drähte sind nun in ein Gefäß eingebaut, welches mit Oel so weit gefüllt ist, dass die Drähte etwa 5 cm hoch über-

deckt werden. Diese Einrichtung ermöglicht es nun, die Kapazität und die Induktanz so genau zu regulieren, dass man eine reine Sinuswelle erhält und so die besten Bedingungen für eine gute Resonanz schafft. Um eine solche reine Sinuswelle zu erhalten, soll das Verhältnis zwischen Kapazität und Induktanz auf die Längeneinheit bezogen für alle Teile des Leiters die gleiche sein. In dieser Beziehung unterscheidet sich das System von Fessenden von allen anderen Systemen der abgestimmten drahtlosen Telegraphie, welche für die Regulierung der Induktanz Drahtspulen verwenden, bei welchen sich das Maximum der Induktanz mit einem gegebenen Aufwand von Widerstand erreichen lässt.

Der in Fig. 38 dargestellte und mit T bezeichnete Zeichengeber stellt einen gewöhnlichen Unterbrechungstaster dar. In Wirklichkeit

Fig. 39.



gelangt jedoch, da der Induktor beim Senden ununterbrochen in Thätigkeit bleibt und die Zeichengebung dadurch erfolgt, dass die Abstimmung zwischen Sender und Empfänger gestört wird, der in Fig. 39 vorgeführte Zeichengeber zur Anwendung, welcher beim Niederdrücken die parallelen Drähte des Abstimmungsapparates kurz schliesst. Dies erfolgt in der Weise, dass beim Niederdrücken des Tasterknopfes K die durch das Grundbrett hindurchgehende Verlängerung v des Tasterhebels einen mit derselben gelenkig verbundenen Hebel verdreht. Hierdurch werden die mit diesem Hebel in entsprechender Weise gekuppelten Greifer oder Klauen 1, 2, 3, 4 gezwungen, sich an die Drähte anzulegen und so kurz zu schliessen.

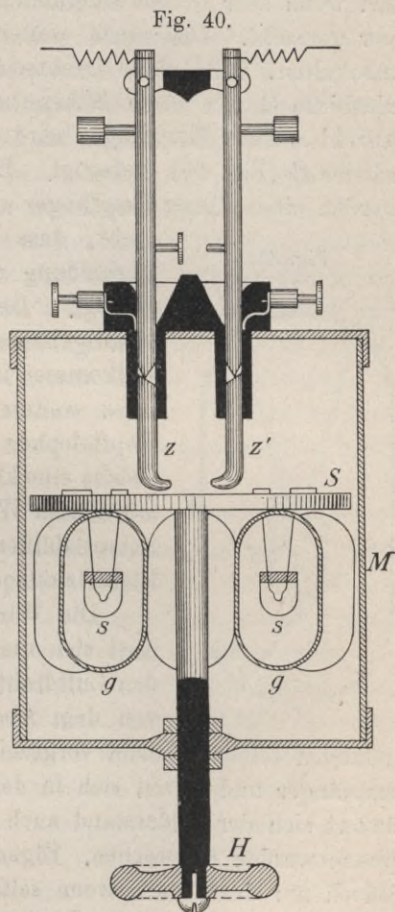
Der Empfangsstromkreis besteht seinem Wesen nach aus dem Luftleiter L (Fig. 38) dem an denselben angeschlossenen regulierbaren Kondensator K, einer kombinierten Kapazität und Induktanz A', welche für die Herstellung der Abstimmung in der bereits beim Sender be-

sprochenen Weise dient. Diese beiden sind zu einander in einer Serie, gemeinsam aber im Nebenschlusse zur Funkenstrecke geschaltet, wodurch sich dieser Stromkreis in Parallelschaltung zum Induktor befindet.

Um die Geschwindigkeit der Aufnahme zu erhöhen, erscheint hier der schwerfällige Morseapparat beseitigt und durch einen Telephonempfänger ersetzt. Dies bedingt jedoch wieder die Anwendung eines Wellenempfängers, welcher schneller arbeitet als der Fritter, der nach jedem Impulse erst wieder entfristet werden muss. Der von Fessenden verwendete Wellenempfänger wirkt nun nicht nur rascher als ein Fritter, sondern hat noch den grossen Vorteil, dass er die gesamte Energie der einlangenden Wellen ausnützt, während beim Fritter nur jener Teil derselben zur Wirkung gelangt, welcher ausreicht, den Fritter aus dem nichtleitenden in den leitenden Zustand überzuführen.

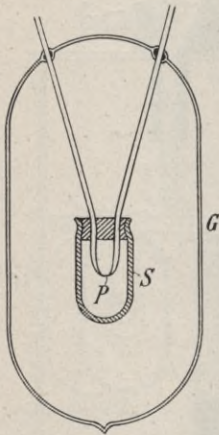
Dieser Wellenempfänger, welcher in Fig. 38 mit W bezeichnet im Zusammenhange mit den übrigen Einrichtungen dargestellt ist, wird in Fig. 40 im vergrösserten Massstabe vorgeführt. Derselbe ist einigermaßen auf dem Prinzip des Bolometers aufgebaut und weist gegenüber einem solchen nur den Unterschied auf, dass im Verhältnis zur Masse die ausstrahlende Oberfläche sehr klein ist, so dass die Leitungsverluste bedeutend grösser als die Ausstrahlungsverluste werden.

Die Wärmekapazität dieses Wellenempfängers ist nun so klein, dass eine unendlich geringe Energiemenge genügt, denselben zu erhitzen. Um diese Wirkungen zu erreichen, wird ein Silberdraht von 0,05 mm, der eine Seele von Platindraht von 0,015 mm hat, zu einer Art Schlinge umgebogen und sodann mit dem unteren Teile derselben in Salpetersäure getaucht, so dass an dieser Stelle das Silber aufgelöst und ein



kleines Stückchen des Platindrahtes P freigelegt wird (Fig. 41). Diese so hergerichtete Schlinge, welche schon vorher mit den eigentlichen Verbindungsdrähten verlötet wurde, wird nun in eine kleine Glasbirne G (Fig. 41) so eingesetzt, dass der Kopf der Schlinge vollkommen frei schwebt. Dieses Glasgefäß wird hierauf zugeschmolzen, und wenn sehr grosse Empfindlichkeit verlangt wird, vorher noch luftleer gemacht. Um einen weiteren Verlust durch Ausstrahlung hintanzuhalten, wird diese Drahtschlinge noch vor dem Einsetzen in die Glasbirne G von einer Silberschale S umgeben. Eine entsprechende Anzahl solcher Empfänger wird nun auf einer drehbaren Hartgummi-scheibe S (Fig. 40) befestigt. Diese Scheibe wird bei Unbrauchbarwerden eines dieser Empfänger mittels des Handgriffes H so weit verdreht, dass der nächste Empfänger in leitende Verbindung mit den beiden Zuführungsstäben  $z, z'$  gelangt. Der ganze Mechanismus wird in das Metallgehäuse M so eingesetzt, dass er von selbem vollkommen isoliert ist. Dieses Metallgehäuse bildet einen weiteren Schutz für den Empfänger. Ein Kopftelephon KT (Fig. 38) mit zwei Telephonen, welche eine kleine Potentialdifferenz aufweisen, steht mit diesem Wellenempfänger in Verbindung. Diese Potentialdifferenz kann durch irgend eine schwache Elektrizitätsquelle hervorgerufen werden.

Fig. 41.



Die Wirkungsweise dieses Wellenempfängers lässt sich nun wie folgt erklären. Werden durch den Luftdraht elektrische Wellen aufgenommen und von dem Abstimmungsapparate durchgelassen, so gelangen selbe auf dem vorgezeichneten Stromwege zu dem Wellenempfänger und setzen sich in demselben in Wärme um. Infolgedessen ändert sich der Widerstand auch in dem Telephonkreis und die Telephone werden ansprechen. Eigentlich findet die Widerstandsänderung jedoch nur dann statt, wenn seitens der Sendestation Zeichen gegeben werden, indem hierbei der Sende- und Empfangsstromkreis abwechselnd ausser und in Abstimmung gebracht werden.

Normal wird daher das Telephon auch dann nicht ansprechen, wenn der Umschalter U der sprechenden Station (Fig. 38) auf Sendung gestellt ist und der Induktor demnach Wellen entsendet, weil hierbei zwar für den ersten Anbeginn eine Widerstandsänderung in dem Empfänger der nehmenden Station auftritt, sodann aber dieser Empfänger den einmal angenommenen Widerstand so lange beibehält, bis nicht



die Aufnahme der Wellen durch die Unterbrechung der Abstimmung gestört wird.

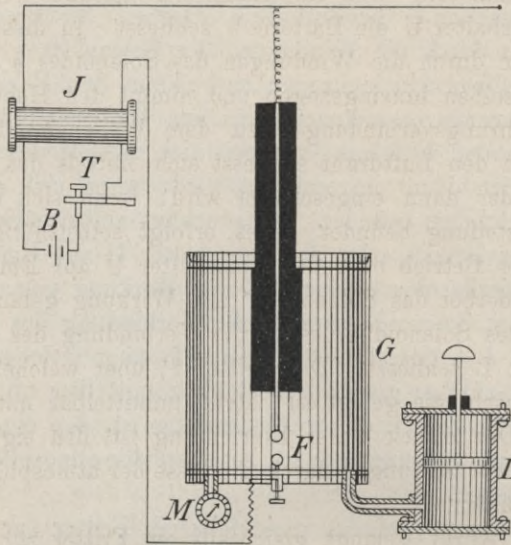
Das Solenoid  $s$  mit dem zugehörigen beweglichen Kern  $g$ , welcher mit dem Hebel  $l$  verkuppelt ist, dient dazu, den Empfangsapparat dann selbstthätig auszulösen, wenn eine Nachricht entsendet werden soll, also wenn der Umschalter  $U$  die Batterie  $b$  schliesst. In diesem Falle geht ein Zweigstrom durch die Windungen des Solenoides  $s$  und wird der Kern  $g$  in dieselben hineingezogen und nimmt den Hebel  $l$  mit, der nun die Zuführungsverbindungen zu dem Wellenempfänger  $W$  löst. Unmittelbar an den Luftdraht schliesst sich mittels des Hebels  $l'$  ein Fritter  $f$  an, der dann eingeschaltet wird, wenn sich die Station in der Empfangsstellung befindet. Dies erfolgt selbstthätig, sobald der Induktor ausser Betrieb oder der Umschalter  $U$  auf Empfang gestellt wird, indem hierbei das Solenoid  $S'$  zur Wirkung gelangt und durch Hineinziehen des Solenoidkernes  $g'$  die Verbindung des Hebels  $l'$  mit der Luftstange  $L$  schliesst. Der Fritter  $f$ , über welchen eine Induktanz im Nebenschlusse gelegt ist, steht unmittelbar mit der Erde in Verbindung. Der Zweck dieser Einrichtung ist, den eigentlichen Empfangsapparat vor Störungen durch Einflüsse der atmosphärischen Elektrizität zu schützen.

Für den Anruf gelangt gleichfalls ein Fritter zur Verwendung, der mit einer Batterie und einem Transformator in Verbindung steht, dessen sekundäre Windung mit dem Anrufapparat  $O$  verbunden ist. Dieser Apparat ist hier als Anruftelephon dargestellt, kann aber auch durch ein entsprechend eingerichtetes Klingelwerk ersetzt werden.

Die in Fig. 42 dargestellte Vorrichtung verfolgt den Zweck, eine bestimmte Beziehung zwischen der Induktanz, der Kapazität und dem Widerstande ohne Rücksicht auf das zur Anwendung gelangende Potentialreue aufrecht zu erhalten. Die Entladungen erfolgen hierbei über die Funkenstrecke  $F$ , welche sich in einem abgeschlossenen Raume befindet, in welcher der Luftdruck erhöht wird. Durch die Erhöhung des Luftdruckes im Inneren dieses Gefässes  $G$ , der durch die Luftpumpe  $L$  nach Belieben reguliert und dessen Stand an dem Manometer  $M$  jederzeit abgelesen werden kann, wird auch der dielektrische Widerstand erhöht und kann infolgedessen auch das Funkenpotentialreue nach Belieben erhöht werden, ohne dass ein merklicher Verlust in der ausschwingenden Kraft festzustellen ist. Im Gegensatze hierzu zeigt sich bei den Funkenentladungen unter normalem Luftdrucke, dass eine Erhöhung der ausstrahlenden Wirkung nur bis zu einem gegebenen Potentialreue oder einer bestimmten Länge der Funkenstrecke erreichbar

ist, darüber hinaus aber keine besseren Wirkungen mehr erzielt werden können. Der Vorteil dieser Einrichtung liegt demnach darin, dass bei der für die Ausstrahlung günstigsten Funkenlänge die aufgewendete

Fig. 42.



Spannung durch entsprechende Regulierung des Luftdruckes für diesen Zweck voll nutzbar gemacht werden kann.

Prof. Fessendens Anordnungen zur drahtlosen Telephonie. Die Fig. 43 bis 45 zeigen schematische Darstellungen verschiedener Anordnungen von Prof. Fessenden für Zwecke der drahtlosen Telephonie, die Sende- und Empfangsstationen darstellend, welche sich von der vorhergehend beschriebenen Einrichtung wesentlich unterscheiden. In diesen Figuren bleiben sich die Empfangsstationen gleich und zeigen nur die Sendestellen gewisse Abänderungen. Nach der Anordnung (Fig. 43) steht der Luftleiter 1 von entsprechender Konstruktion und Anordnung mit den Windungen 2 in Verbindung. Diese Windungen sind über einen ringförmigen, aus feinen Eisendrähten gebildeten Eisenkern gelegt. Das andere Ende dieser Windung ist mit der Funkenkugel 4 verbunden, deren Funkenstrecke von einem Induktor 6 oder sonstigem passenden Generator in der Weise gespeist wird, dass rapide und ununterbrochene Schwingungen in dem Luftdrahte und den sonstigen Leitern hervorgerufen werden. Die andere Kugel 5 der Funkenstrecke ist einestheils mit dem zweiten Ende des Generators 6 und anderenteils

direkt mit der Erde E verbunden. Eine zweite um den Eisenring gewundene Spule 7 steht mit der Batterie 8 und dem eigentlichen Zeichengeber 9, welcher am besten mikrophonischer Konstruktion ist, in Verbindung. Zwischen den beiden Funkenkugeln ist im Nebenschlusse

Fig. 43.

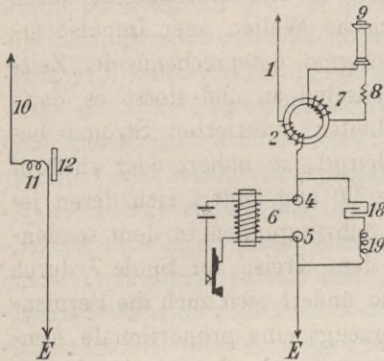
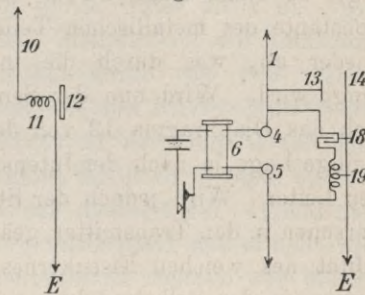


Fig. 44.

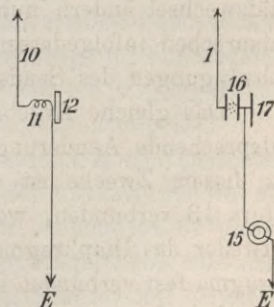


eine Kapazität 18 und eine Selbstinduktion 19 zu dem Zwecke eingeschaltet, um die einmal erregten Schwingungen auf einer praktisch erreichbaren konstanten Frequenz zu erhalten. Diese Kapazität und Induktanz soll dieselbe Schwingungsperiode wie die beiden Luftleiter 1 und 10 haben. Der durch die Kapazität und die Selbstinduktion geschaffene und von der Funkenstrecke abgehende Stromkreis bildet einen parallelen Kreis zu dem Luftleiter, dessen beide Teile ebenfalls über die Funkenstrecke verbunden sind.

Dadurch, dass diese beiden Stromkreise zu einander parallel und nicht in Serie geschaltet sind, ist die Potentialdifferenz dieser beiden Kreise die gleiche, wogegen die Ströme in denselben verschieden sind. Diese Anordnung unterscheidet sich demnach wesentlich von einer Anordnung, bei welcher die Kapazität und die Induktanz in Serie zwischen dem Luftleiter und dessen Erdverbindung geschaltet werden.

Die Einrichtung der Empfangsstelle besteht aus dem Luftleiter 10, welcher mit einer Spule 11, deren zweites Ende geerdet ist, in Verbindung steht. Diese Spule ist so gewunden, dass sie auf die Schwingungen des Luftleiters anzusprechen vermag oder gleichfalls

Fig. 45.



zum Mitschwingen angeregt wird. Gegenüber der Spule 11 ist ein Telephondiaphragma 12 aus Metall angeordnet, welches derartig bemessen ist, dass es den Wechsellagen der Stromstärke oder der Spannung, wie solche in dem Luftleiter durch die von der Sendestation ausgestrahlten elektrischen Wellen auftreten, im Einklange zu folgen vermag. Wird demnach ein Wechselstrom in dem Luftleiter 10 durch von der Sendestation ausgehende elektrische Wellen oder Impulse erregt, so zieht dieser Strom das Diaphragma entsprechend der Zeitkonstante des metallischen Teiles abwechselnd an und stösst es dann wieder ab, was durch die in dem Leiter induzierten Ströme bedingt wird. Wird nun der Sender bethätigt, so nähert oder entfernt sich das Diaphragma 12 von der Spule 11 und ändert sich deren jeweilige Lage je nach der Intensität der Schwingungen in dem sendenden Leiter. Wird jedoch der Strom in dem Kreise der Spule 7 durch Sprechen in den Transmitter geändert, so ändert sich auch die Permeabilität des weichen Eisenkernes und erzeugt eine proportionale Aenderung in der Selbstinduktion und bedingt hierdurch eine Aenderung der natürlichen Schwingungsperiode des Luftleiters 1, welcher daher ausser Resonanz mit den Schwingungen der Stromkreise 18, 19 gelangt. Dieses Ausserresonanzfallen ruft nun einen entsprechenden Wechsel in der Intensität der von dem Luftleiter entsendeten Wellen hervor, die wieder die Intensität der in dem empfangenden Leiter erregten elektrischen Schwingungen in gleicher Weise beeinflussen. Diese Intensitätswechsel ändern nun die Lage der Membrane zu der Spule und entsprechen infolgedessen die Bewegungen dieser Membrane genau den Schwingungen des Sendemikrophones.

Das gleiche Ergebnis lässt sich, wie dies Fig. 44 zeigt, durch entsprechende Aenderung der Kapazität des Sendeleiters 1 erreichen. Zu diesem Zwecke ist dieser Leiter mit einer Platte eines Kondensators 13 verbunden, wobei die andere Platte 14 dieses Kondensators entweder das Diaphragma eines Mikrophones bildet oder mit dem Diaphragma fest verbunden ist, so dass sie dessen Bewegungen folgen muss.

Jede Bewegung dieser zweiten Platte ändert die Kapazität des Kondensators und somit auch des Luftdrahtes und müssen dementsprechend die Impulse in der Empfangsstation in der gleichen Weise zur Geltung gelangen.

An Stelle einer Induktionsspule und einer Funkenstrecke kann für die Energieversorgung des Luftleiters auch ein Wechselstrom von sehr hoher Frequenz, etwa 50 000 Wechsel in der Sekunde, zur Verwertung gelangen. Diese Anordnung ist in Fig. 45 dargestellt und

bedeutet 15 den Wechselstromgenerator, dessen eines Ende mit der Erde E und dessen zweites Ende mit dem Luftleiter 1 verbunden ist. Zum Zwecke der Nachrichtenvermittlung wird zwischen dem Luftleiter und dem einen Ende der Dynamomaschine ein mikrophonischer Kontakt 16 zwischen geschaltet, dessen eigentliche Sprechmembrane durch 17 bezeichnet ist.

In allen diesen Fällen erfolgt die Signalisierung durch Sprechen in das Mikrophon.

Das neueste amerikanische Patent von Reginald A. Fessenden vom 9. Juni 1903 bezieht sich auf eine Einrichtung, welche es ermöglicht von einer Gleichstromquelle (Dynamo oder Akkumulatorenbatterie) jede gewünschte Anzahl von Entladungen über eine für die Erzeugung elektromagnetischer Wellen bestimmte Funkenstrecke zu erhalten, und deren Anzahl auch nach Bedarf zu regulieren. Die bisher gebräuchliche Verwendung einer Induktionsspule in Verbindung mit einem mechanischen oder elektrolytischen Unterbrecher gestattet aus mechanischen bezw. physikalischen Gründen nicht die Entladungen so genau zu regulieren, dass stets die gewünschte Anzahl von Entladungen in einer Sekunde erhalten wird. Ausserdem ist auch die Wirkung der elektrolytischen Unterbrecher eine ziemlich ungleichförmige. Dies machte es bisher unmöglich eine gleichmässig fortlaufende Ausstrahlung von elektromagnetischen Wellen zu erhalten, wie solche für einen abgestimmten Empfänger, der erst durch eine Reihe von symmetrischen Impulsen in Resonanz gebracht wird, am besten geeignet ist. Desgleichen ist bei Anwendung eines telephonischen Uebertragers eine genaue Regelung der Anzahl der Entladungen im bestimmten Zeitraum ein nahezu unerlässliches Erfordernis. In gleicher Weise hat die bisher unmöglich gewesene genaue Feststellung der Entladungen in der Sekunde eine Abstimmung in der Weise, dass Wellengruppen von vorher genau bestimmter Gruppenfrequenz entsendet werden, wobei der Empfänger entweder mechanisch oder elektrisch genau auf diese Frequenz abgestimmt wird, sehr erschwert. Das Wesentliche im neuen Wellenerzeugungsapparate von Fessenden besteht darin, dass von der Verwendung eines Induktoriums sowie eines mechanischen oder elektrolytischen Stromunterbrechers vollkommen Umgang genommen wird, so dass der Zeitzwischenraum zwischen jeder Ladung und Entladung auf jede beliebige untere Grenze herabgedrückt werden kann.

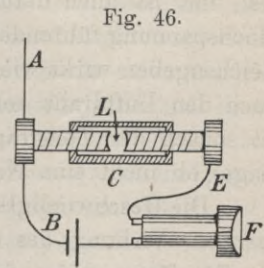
Der Apparat von Fessenden besteht im wesentlichen aus einer stets gleiche Spannung liefernden Gleichstromdynamo oder auch einer

Akkumulatorenbatterie als Elektrizitätsquelle, zu welcher in Reihe ein veränderlicher hoher Widerstand, ein Kondensator und eine ebenfalls veränderliche Selbstinduktion geschaltet werden. Im Nebenschlusse zu dem Kondensator und der Selbstinduktion befindet sich eine Funkenstrecke, deren eine Kugel mit dem Luftdrahte, die andere hingegen mit der Erde verbunden ist. Die Wirkung dieser Einrichtung, von welcher hier nur das Wesentlichste wieder gegeben ist, erklärt sich nun folgendermassen: Ist die Dynamomaschine im Betriebe oder die Akkumulatorenbatterie eingeschaltet, so wird der Kondensator geladen. Ist nun das Potential im Kondensator hinreichend gestiegen, um den Widerstand der Funkenstrecke zu überwinden, so wird eine Entladung über dieselbe stattfinden, welche elektrische Schwingungen in dem Luftdraht hervorruft und so denselben zur Entsendung elektromagnetischer Schwingungen zwingt. Durch den eingeschalteten hohen Widerstand in die Ladungsleitung vergeht immer einige Zeit, bis der Kondensator neuerdings bis auf das Entladungspotentiale geladen ist und einen neuen Funken auslöst. Hierdurch wird die Entladung eine aussetzende und ist man in der Lage die Zahl der Entladungen in dem Zeitraume einer Sekunde dadurch genau zu regulieren, dass man entweder Widerstand zu- oder abschaltet. Im ersteren Falle wird die Zahl der Entladungen im Verhältnisse zum Widerstande entsprechend verringert, im zweiten Falle dagegen erhöht.

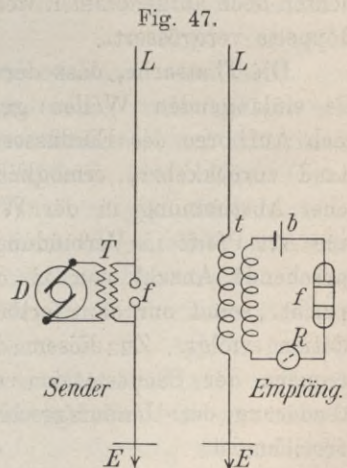
4. Das System der drahtlosen Telegraphie von Lee de Forest-Smythe. Bei diesem von der De Forest-Wireless Telegraph Company verwerteten Systeme der drahtlosen Telegraphie wird von einer gegenseitigen Abstimmung, wie solche fast bei allen anderen Systemen angestrebt ist, vollständig Umgang genommen, und gelangt zur Speisung der Funkenstrecke kein Induktor zur Anwendung, sondern es wird die nötige elektrische Energie unmittelbar von einem Transformator zugeführt, dessen Primäre von einem Wechselstromgenerator gespeist wird.

Als Wellenempfänger gelangt hierbei ein sogenannter Gegenritter zur Anwendung, dessen Widerstand unter dem Einflusse der elektrischen Wellen erhöht statt herabgemindert wird. Dieser von de Forest „Responder“ benannte Wellenempfänger beruht auf elektrolytischen Wirkungen und hat nicht nur den Vorzug einer ausserordentlichen Empfindlichkeit, sondern auch die Eigenschaft, nach Aufhören des Einflusses der elektrischen Wellen wieder selbstthätig in den gutleitenden Zustand zurückzugehen. Derselbe besteht (Fig. 46) aus einer kleinen Zersetzungszelle C, in welche zwei Schrauben eingeführt sind,

deren gegenüberstehende Enden ausgehöhlt und mit einer Paste von Bleiperoxyd ausgefüllt werden. In dem Raume L zwischen den beiden Schrauben befindet sich eine Mischung von Glycerin, Wasser und einigen metallischen Salzen. Die mit den beiden Schrauben über das Telefon F verbundene Batterie B bewirkt eine elektrolytische Zersetzung der Mischung innerhalb der Zelle C in der Weise, dass sich zwischen den beiden Schrauben eine leitende Kette bildet. Sobald jedoch dieser Zersetzungszelle durch den Luftdraht ein oscillierender elektrischer Strom zugeführt wird, findet eine Zerstörung dieser leitenden Kette statt und der Widerstand des Stromkreises der Batterie B vergrößert sich hierdurch in bedeutendem Masse. Diese Zerstörung erfolgt plötzlich und macht sich im Telefon durch ein deutlich vernehmbares Krachen bemerkbar.



Die verwendete Wechselstrommaschine ist für eine sehr grosse Anzahl von Wechsellagen gebaut. Die Spannung des den Funkenkugeln zugeführten Stromes beträgt 25 000 Volt. Die allgemeine schematische Anordnung der Einrichtung ist in Fig. 47 dargestellt und bedeutet in derselben D die Wechselstromdynamo, T den Transformator, F die Funkenstrecke, L den Luftdraht und E die Erde für den Sender, ferner L den Luftdraht, t einen Transformator, E die Erde, b die Batterie, f den Gegenfritter und R das Empfangstelephon für die Empfangsstelle. Wie hieraus zu ersehen, ist die Anordnung des Empfängers gegenüber der ursprünglichen Anordnung von Marconi insofern abgeändert, als die einlangenden Wellen dem Gegenfritter nicht direkt, sondern durch Uebertragung mittels eines Transformators zugeführt werden.



Durch die Abwesenheit eines Induktors und damit verbundenen Stromunterbrechers soll eine Reihe von Unsicherheiten, die sich bisher ergeben haben, beseitigt worden sein und die Einrichtung in Bezug auf Sicherheit der Wirkung allen billigen Anforderungen bestens entsprechen.

Mit Rücksicht auf die zur Anwendung gelangende hohe Spannung musste ein besonderer Zeichengeber geschaffen werden, bei dessen Bedienung jede Gefahr für den Arbeitenden ausgeschlossen wird. Dementsprechend erfolgt die Unterbrechung und der Stromschluss unter Oel und ist auch dafür vorgesorgt, dass eine Berührung mit den die Hochspannung führenden Drähten vollkommen ausgeschlossen ist. Dieser Zeichengeber wirkt wie ein gewöhnlicher Morsetaster. Derselbe schaltet auch den Luftdraht selbständig auf den Sender oder Empfänger und ist sonach der Telegraphist in den Zwischenpausen zu horchen in der Lage, ob nicht eine Nachricht empfangen werden soll.

Die Geschwindigkeit der Zeichenübertragung soll sich infolge der raschen Wirkung des Gegenfritters bei Anwendung eines Telephones als Empfänger bis auf 40 Worte in der Minute belaufen. Unter normalen Verhältnissen wird eine Geschwindigkeit von 25 bis 30 Worten in der gleichen Zeit regelmässig erreicht. Ein auf das Gehörlesene eingübter Morsetelegraphist soll innerhalb weniger Tage mit dem neuen Apparate vollkommen gut umgehen lernen. Wiewohl nun für den Empfang auch ein Relais in Verbindung mit einem Schreibapparat verwendet werden kann, wird doch dem Telephonempfänger der Vorzug gegeben, weil sich die Entfernung, von welcher einlangende Nachrichten noch aufgenommen werden können, hierdurch um mehr als das Doppelte vergrössert.

Die Thatsache, dass der Wellenempfänger unmittelbar den durch die einlangenden Wellen gegebenen Anregungen folgt und sofort nach Aufhören des Einflusses in seinen ursprünglichen leitenden Zustand zurückkehrt, ermöglicht es für den Anruf eine Art akustischer Abstimmung in der Weise zu schaffen, dass mit dem Anrufe eine Art Pfeife in Verbindung gebracht wird, die nur auf eine entsprechende Anzahl von in der Zeiteinheit gegebenen Impulsen anspricht, somit nur dann ertönt, wenn der Anruf von der bestimmten Station erfolgt. Zu diesem Zwecke ist nur notwendig, die Funkenfrequenz der Sendestation entsprechend zu regulieren, was durch Aenderung der Umlaufgeschwindigkeit der Erregerdynamo leicht zu erreichen ist.

Seitens der Gesellschaft wurde bereits eine Reihe von Stationen sowohl auf dem Lande als auf Schiffen errichtet, worunter die grösste die auf Coney Island ist. Die mit diesen Einrichtungen erreichten Ergebnisse waren hierbei sehr zufriedenstellend, indem mit Schiffen, welche mit anderen Einrichtungen für drahtlose Telegraphie ausgerüstet waren, wie beispielsweise nach dem Slaby-Arco-Systeme, ein anstandsloser

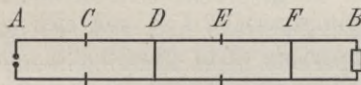


Nachrichtenaustausch auf ganz bedeutende Entfernungen hin aufrecht erhalten werden konnte.

Während der letzten Manöver der amerikanischen Schlachtflotte erwiesen sich die Einrichtungen nach dem Forestschen Systeme als vorzüglich und konnten Nachrichten, die nach dem Marconi- und Fessenden-Systeme entsendet wurden, mittels dieser Einrichtungen anstandslos aufgenommen werden. Auf eine detaillierte Vorführung der diesbezüglich vorliegenden beglaubigten Berichte muss jedoch an dieser Stelle Verzicht geleistet werden.

Die neueren Anordnungen von Lee de Forest (Patente vom 9. Juni 1903) zur Erzielung einer abgestimmten Funkentelegraphie beruhen auf einer Abänderung des Lecherschen Systemes. Das Lechersche System besteht seinem Wesen nach aus zwei parallelen Drähten (Fig. 48) von gleicher Länge, welche an dem einen Ende, mit einem Apparate zur Erzeugung elektrischer Schwingungen von hoher Frequenz in Verbindung stehen. Die Länge dieser Drähte entspricht einem Viertel oder einem Vielfachen eines Viertels

Fig. 48.



der Wellenlänge, welche den Drähten aufgezungen wurden. Es entstehen hierdurch in beiden Drähten stationäre oder stehende elektrische Wellen, welche entsprechend der Wellenlänge an ganz bestimmten Punkten des Drahtes Knoten und Bäuche bilden, die in ihrer gegenseitigen Lage unveränderlich bleiben, und auf beiden Drähten symmetrisch verteilt sind. Entsprechen die Entfernungen A C, C D, D E, E F und F B genau einer Viertel-Wellenlänge, so treten an den Punkten C, E und B Wellenbäuche und an den Punkten A, D und F Knoten der Wellen auf.

Da an den Punkten D und F keine elektrischen Kräfte auftreten, können die beiden Drähte an diesen Punkten durch eine metallische Brücke leitend verbunden werden, ohne eine Störung hervorzurufen. Es erweist sich diese Verbindung im Gegenteil sogar als günstig, weil, wenn diese Verbindung geerdet ist, Wellen anderer als der bestimmten Länge abgeleitet werden, ein Umstand, den sich Slaby bekanntlich bei seinem System der abgestimmten Funkentelegraphie zu nutze gemacht hat. Die an den Schwingungsbäuchen angesammelte elektrische Energie ist rein elektrostatischer Natur und kann mittels

eines elektrostatischen Wellenempfängers, wie beispielsweise eines Fritters, leicht nachgewiesen werden.

Die elektromagnetischen Wellen sind in Phase um ein Viertel der Wellenlänge zu den elektrostatischen Wellen verschoben, so dass dort, wo letztere einen Schwingungsbauch bilden, ein Schwingungsknoten der elektromagnetischen Wellen und umgekehrt entsteht. Dies lässt sich durch einen elektromagnetischen Wellenempfänger, wie beispielsweise ein Bolometer, welcher am besten an der Stelle des Schwingungsbauches situiert wird, in sicherer Weise feststellen.

Die Periode der Schwingungen in diesem Systeme ist von der Entfernung der parallelen Drähte und von deren Durchmesser völlig unabhängig.

Das in jeder Beziehung vielseitig studierte Lechersche System lässt sich nun in Bezug auf seine Konstanten leicht berechnen und regeln, so dass dessen Dimensionen, um bestimmte Ergebnisse zu erlangen, im vornehinein genau bestimmt werden können.

Die wichtigsten charakteristischen Eigenschaften des Systemes von Lecher lassen sich wie folgt zusammenfassen: Es ist ein Schwingungskreis von ausgesprochener Resonanz, der eine ganz bestimmte Eigenschwingungsperiode hat, und sich gegen Schwingungen, welche mit der Eigenperiode nicht übereinstimmen, unempfindlich erweist. Es bildet einen sehr schwach gedämpften Schwingungskreis und strahlt die aufgenommene elektrische Energie infolgedessen sehr langsam aus, so dass die Schwingungen in demselben sehr lange andauern. Durch das Entstehen stationärer Wellen, werden viel höhere Potentiale erreicht als dies auf anderem Wege möglich wäre. Die Schwingungsknoten und Bäuche finden sich stets an ganz bestimmten Punkten der Drähte, was ermöglicht, dass eine Verbindung mit den Drähten an jedem gewünschten Punkt der Wellenkurve hergestellt werden kann. Es lässt sich ferner leicht und genau auf jede beliebige Frequenz abstimmen.

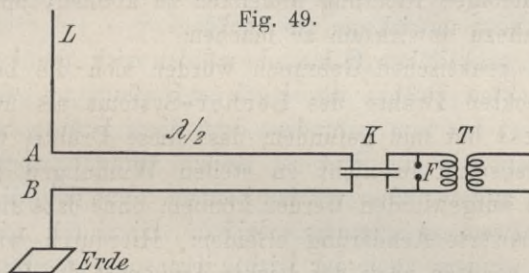
Diese Eigenschaften lassen das Lechersche Schwingungssystem zur Anwendung für die drahtlose Telegraphie besonders geeignet erscheinen, indem in der Uebertragungsstation mittels dieses Systemes für jedes Signal eine längere Reihe von Wellen nur schwach abnehmender Intensität entsendet werden kann.

Lee de Forest hat nun auf diesen Eigenschaften des Lecher-Systemes ein neues System der abgestimmten drahtlosen Telegraphie aufgebaut.

Soll das in Fig. 48 dargestellte System in der Empfangsstation

verwendet werden, so wird der Fritter zwischen den beiden parallelen Drähten bei B eingeschaltet, und der eine Draht mit der Erde, der andere Draht mit der Auffangstange oder dem Luftdrahte verbunden. Die Länge des Luftdrahtes beträgt hierbei ein Viertel jener Wellenlänge, auf welche das System abgestimmt ist.

Für die Anwendung in der Sendestation kann das Lecher-System, wie dies Fig. 49 zeigt, angeordnet werden. Die elektrische Energie wird hier auf dieses System durch einen Transformator übertragen. Zwischen dem Kondensator K und der Sekundären des Transformators T befindet sich die Funkenstrecke F. Die parallel verlaufenden Drähte haben genau eine halbe Wellenlänge und sind an den Punkten A und B mit dem Luftdrahte bzw. mit der Erde verbunden. Wird der Kondensator auf jenes Potential geladen, bei welchem der Widerstand der Funkenstrecke überwunden wird, so entsteht an diesem



Punkte eine Entladung, welche als Verbindungsbrücke zwischen den beiden parallelen Drähten dient, wodurch auch in den beiden Drähten elektrische Schwingungen hervorgerufen werden. Ein Teil der Energie wird an den beiden Punkten A und B teilweise reflektiert und gibt zu stehenden Schwingungen in dem System Anlass, während der andere Teil der Energie in den senkrechten Luftdraht übertritt und von dort in den Raum ausgestrahlt wird.

Die Verwendung des Lecherschen Systems ermöglicht eine grosse Anzahl von Kombinationen in der Sende- und Empfangsstation. So kann beispielsweise statt der beiden parallelen Drähte bloss ein Draht verwendet werden, der von einem koaxialen röhrenförmigen von demselben isolierten Leiter umgeben ist. Bei der Anordnung in Fig. 50 ist zwar der eine der beiden parallelen Drähte CD geerdet, aber der Luftdraht ist durch zwei Platten AB ersetzt, welche als eine Erweiterung der parallelen Leiter angesehen werden können. Liegen die beiden Platten mit ihren Flächen parallel und sehr nahe zu einander,

so ist der grösste Teil der Energie in dem Felde zwischen den zwei Platten konzentriert. Die stärkste Wellenausstrahlung geht von der Aussenfläche von A aus, die Platte B sucht nun die Kraftlinien, welche in ihrer Richtung vorwärts schreiten, zu absorbieren, und wird daher

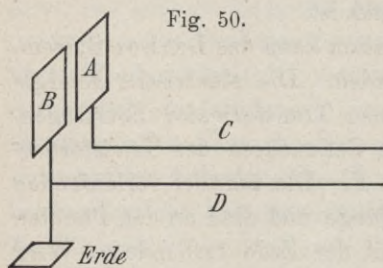


Fig. 50.

die Richtung der stärksten Fortpflanzung senkrecht zur Ebene der Platte A sein. Dies ermöglicht nun die Richtung der wirksamen Wellen bis zu einem gewissen Maasse zu dirigieren, wodurch eine oder mehrere neutrale Zonen entstehen.

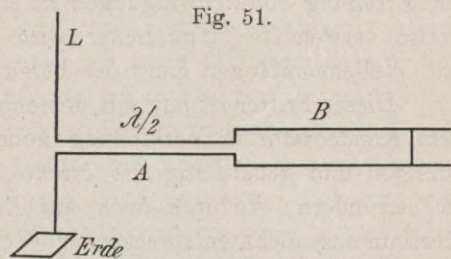
Sind diese beiden Platten so angeordnet, dass sie sich um eine gemeinsame Achse drehen können, so ist man in der Lage die Wellen nach einer beliebigen Richtung hinlenken zu können, und für andere Richtungen nahezu unwirksam zu machen.

Für den praktischen Gebrauch würden sich die beiden langen gerade gestreckten Drähte des Lecher-Systems als unbequem erweisen. Forest hat nun gefunden, dass diese Drähte, wenn sie isoliert und gegenseitig in nicht zu steilen Windungen verseilt sind, auf eine Spule aufgewunden werden können, ohne dass die Wirkungen eine bemerkenswerte Aenderung erleiden. Hierdurch wird nicht nur Platz gespart, sondern auch der leichte Transport der Einrichtung gesichert.

Der Erfinder hat in der Praxis solche Drähte mit Erfolg verwendet, welche so verseilt waren, dass drei Windungen auf annähernd 2,5 cm Länge kamen, und welche auf eine Spule von 7,5 cm Durchmesser so aufgespult wurden, dass jede Windung um annähernd 3 mm anstieg.

Die Anwendung des Lecher-Systems für Zwecke der drahtlosen Telegraphie ermöglicht es ferner, das Potential durch sehr einfache und wirksame Methoden zu steigern oder zu erniedrigen. Es beruht diese von Forest angegebene Methode auf der bekannten Erscheinung, dass sich die wechselseitige Induktion in den parallelen Drähten um so mehr verringert, je näher diese Drähte zu einander gebracht werden und dass umgekehrt die Kapazität des Systems hierdurch erhöht wird. Wird demnach (Fig. 51) einem System A solcher Drähte von der halben Länge der zu entsendenden Wellen ein anderes System solcher Drähte von der gleichen Schwingungsperiode zugefügt, deren Entfernung voneinander jedoch grösser ist, als die des ersten

Systems, so nimmt das zweite System die Schwingungen in Bezug auf die Periode ohne weiteres auf, jedoch werden hierdurch die Wellen auf ein höheres Potential transformiert, wobei jedoch die magnetische Energie und die korrespondierende Stromstärke naturgemäss eine entsprechende Abschwächung erleidet. Um zur Erreichung des gleichen Zweckes der Erhöhung des Potentials die Entfernung der beiden parallelen Drähte nicht vergrössern zu müssen, kann man auch für die beiden zusammengeführten Systeme verschiedene dielektrische Substanzen verwenden. Es lassen sich aber auch beide Methoden zur Erhöhung oder Verringerung des Potentials in dem ausstrahlenden Drahte vereinigen. Ist eine weitere Erhöhung der Selbstinduktion in einem der Systeme wünschenswert, so kann dies durch Zwischenschaltung von Induktionsspulen entsprechender Impedanz an geeigneten Punkten der beiden parallelen Drähte erreicht werden.



Als Grundbedingung für ein gutes Wirken der Einrichtung gilt jedoch, dass jede Sektion des Lecher-Systems von der halben Länge der Wellen sei, für deren Periode das erste System der Gesamteinrichtung abgestimmt ist.

5. Die neuen Einrichtungen von Olivier Lodge und Dr. Muirhead zur abgestimmten Funkentelegraphie. Fig. 52 I stellt die Sende- und Fig. 52 II die Empfangsstation dar. Jede Station kann unter Benutzung eines gemeinsamen Luftdrahtes gleichzeitig für Sendung und Empfang eingerichtet werden und erscheinen die Zeichnungen nur behufs klarerer Darstellung getrennt. Diese neuen Einrichtungen beziehen sich in ihrer Grundlage auf drei Untersuchungen, deren Ergebnisse kombiniert für diese Zwecke verwertet wurden. Die erste Erscheinung bezieht sich auf die schon vorher von Braun u. a. festgelegte Thatsache, dass ein an einen sich entladenden Flaschenkreis angefügter Draht in heftige elektrische Schwingungen versetzt wird, welche die gleiche Frequenz haben wie jene, welche im Flaschenkreis durch die Entladung hervorgerufen wurden.

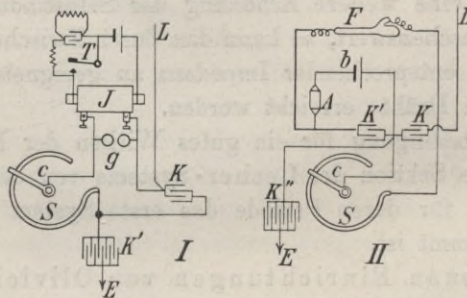
Nach der zweiten Erscheinung gelangt eine Leydenerflasche, an welche ein langer Draht angehängt wird, gleichfalls dann zur elektrischen Schwingung, wenn solche in dem Drahte erregt werden, wodurch diese Flasche veranlasst wird elektrisch überzufliessen. Die dritte

Erscheinung ist die, dass die in einem Flaschenkreise erregten elektrischen Schwingungen in einem entfernten gar nicht in Verbindung stehenden, mit demselben aber genau abgestimmten Kreise gleichfalls, wenn auch schwache Schwingungen der gleichen Periode, induzieren. Der zur Erregung von Schwingungen in einem Flaschen oder Kondensatorkreise verwendete lange Leiter wird hier zum Luftleiter ausgebildet. Als Wellenempfänger dient der bereits bekannte Fritter von Lodge.

Dieser Fritter ist nun mit der empfangenden Leydenerflasche oder dem Kondensator in Verbindung gebracht, um das Ueberfliessen anzuzeigen und gleichzeitig die direkte Verbindung mit dem Luftleiter zu verhindern, wodurch auch ein Ansprechen des Fritters auf der Abstimmung nicht entsprechender Wellen ausgeschlossen wird.

In der Sendestation Fig. 52 I wird der eine Belag des Kondensators oder der Flasche K direkt mit einer der Funkenkugeln g und

Fig. 52.



dem Luftdrahte L, der andere Belag über eine passende und regulierbare Selbstinduktion S mit der zweiten Funkenkugel verbunden. Die Funkenstrecke selbst wird von dem mit gewöhnlichem Hammerunterbrecher ausgerüsteten Induktorium J gespeist. Durch Niederdrücken der Taste T werden die Zeichen gegeben, wobei ein überspringender Funke einem Punkte, zwei oder mehrere derartiger Funken einem Striche des Morsealphabetes entsprechen. Ausserdem ist der zweite Belag des Kondensators K in Abzweigung von dem zur Selbstinduktion führenden Verbindungsstücke entweder direkt oder, wie dies in der Figur dargestellt, indirekt durch den Kondensator K' mit der Erde E verbunden. Diese Erdverbindung kann in passender Weise durch eine entsprechend grosse Kapazitätsfläche ersetzt werden.

In dem Empfangsstromkreise Fig. 52 II gelangt ein ähnlicher Kondensator K zur Anwendung, dessen einer Belag mit dem Luftdrahte L und dessen anderer Belag in vierfacher Abzweigung mit der

Batterie  $b$ , mit dem Kondensator  $K'$ , mit dem geerdeten Kondensator  $K''$  und mit der Selbstinduktion  $S$  verbunden ist.

In den Kreis des Kondensators  $K$  ist der Fritter  $F$  und in Abzweigung zum Fritter der Empfangsapparat  $A$  mit der Batterie  $b$  eingeschaltet. Die einlangenden elektrischen Wellen erregen in dem Kondensator  $K$  Schwingungen, welche sich als erzwungene Schwingungen durch den Fritter  $F$  weiterpflanzen und denselben zur Anregung bringen. Der zweite Kondensator  $K'$  wirkt als Nebenschluss zu der Batterie und dem Empfänger, sofern plötzliche Wechsel im elektrischen Zustande in Betracht kommen, indem er dann einen Teil der Schwingungen des Kondensators  $K$  aufnimmt und deren Einwirkung schwächt. Er bildet keinen notwendigen Teil des schwingenden Stromkreises und ist auch die Kapazität desselben nebensächlich, so lange sie gross genug ist, um die Schwingungen des Kondensators  $K$  nicht zu unterbinden und dessen freies Ausschlagen in den Fritter  $F$  zu gestatten und so lange sie klein genug ist, um den Fritter gegen unerwünschte im Luftleiter angesammelte elektrische Störungen schützen zu helfen.

Zum Zwecke einer wirksamen Abstimmung zwischen Sende- und Empfangsstation lässt sich die zu jedem Kondensator zugehörige Selbstinduktion innerhalb gewisser Grenzen abändern. Zu diesem Zwecke ist ein Gleitkontakt  $c$  vorhanden, durch welchen die Länge des als Selbstinduktion verwendeten nahezu kreisförmig geschlossenen Kupferdrahtes  $S$  entsprechend vergrössert oder verringert werden kann. Dieser Regulator dient nur der zarten Regulierung, während für die rohe Regulierung diese Selbstinduktion durch eine offene Spirale aus dickem Kupferdrahte ergänzt wird, deren Regulierung in bekannter Weise durch Nähern oder Auseinanderziehen der einzelnen Windungen erfolgt. Die Anordnung kann auch wie aus Fig. 53 und 54 zu sehen, so getroffen werden, dass die beiden Kondensatoren zwischen Luftleiter und Erde in Serie geschaltet werden, wobei deren Kapazität der zu erfüllenden Aufgabe entsprechend gewählt ist. In gleicher Weise ist auch die Selbstinduktion in Serie zwischen Luftleiter und Erde geschaltet. Hierbei hat bloss einer dieser Kondensatoren die Aufgabe, die Schwingungen zum Fritter weiter zu verpflanzen und ist demnach nur dieser mit den Enden des Fritters verbunden im Gegensatz zu der in der Fig. 52 dargestellten Anordnung, wo auch der zweite Kondensator mit dem Fritter verbunden erscheint.

Die Einwirkung des Senders auf den Empfänger erklärt sich nun wie folgt: Das Induktorium  $J$  ladet den Kondensator  $K$  der Sendestation (Fig. 52 I), welcher sich wieder in die Funkenstrecke  $g$  ent-

ladet, wodurch elektrische Schwingungen in dem Kondensatorkreis über die Selbstinduktion  $S$  entstehen, durch deren entsprechende Einstellung die Frequenz der Schwingungen nach Belieben verändert werden kann.

Der an  $K$  befestigte Luftleiter  $L$  wird durch diese Schwingungen gleichfalls in heftige Schwingungen versetzt, deren Periode mit jenen des Kondensatorkreises übereinstimmt. Die hierdurch entsendeten elektrischen Wellen rufen nun, wenn selbe den Luftleiter der empfangenden Station treffen, gleichfalls Schwingungen hervor, welche wieder den angeschlossenen und entsprechend abgestimmten Kondensator  $K$  dieser Station zum Mitschwingen bringen. Diese Schwingungen verstärken sich allmählich, bis sie endlich hinreichend stark werden, um den Widerstand des Fritters herabzudrücken, was in dem Momente erfolgt, als das Potential des Kondensators auf jene Höhe anschwillt, um ein elektro-

Fig. 53.

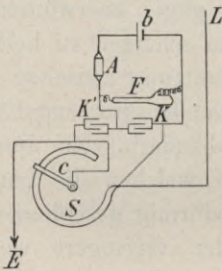
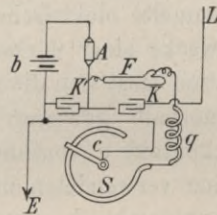


Fig. 54.



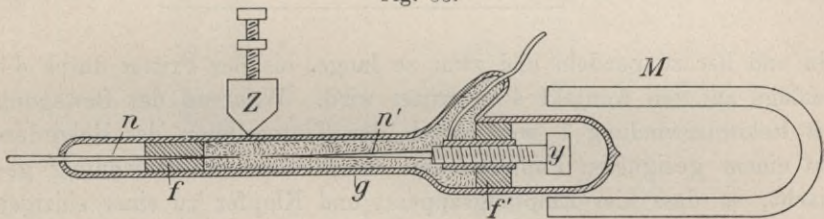
statisches Ueberfließen durch den Fritter  $F$  zu ermöglichen. Hierdurch wird der Widerstand des Fritters so weit herabgemindert, dass die Batterie  $b$  und der Empfangsapparat  $A$  in der bekannten Weise zum Ansprechen gelangen. Der Empfangsapparat  $A$  und die Batterie  $b$  in dem Schwingungskreis des Kondensators  $K$  sind zu einem zweiten Kondensator  $K'$  so in Nebenschluss gebracht, dass dieser kein Hindernis für den Uebergang der Schwingungen des Kondensators  $K$  in den Fritter  $F$  bildet.

Das Neue in diesem Teile der Erfindung ist die Art und Weise, in welcher der Fritter  $F$  mit dem Empfangskondensator verbunden ist, um das Ueberfließen dieses Kondensators anzuzeigen, wobei der Fritter gleichzeitig gegen eine direkte Einwirkung des Luftdrahtes geschützt ist, wie solche durch Ansammlung von Impulsen oder plötzlichen Ladungen hervorgerufen werden können. Derselbe spricht daher nur auf solche Schwingungen an, auf welche der Kondensatorkreis abgestimmt ist.



Der von Lodge und Muirhead verwendete Fritter besteht (Fig. 55) aus den zwei Nadeln  $n$ ,  $n'$ , die ihre Spitzen einander zugekehrt haben und in sorgfältig ausgesuchte feine Metallspäne von nahezu gleicher Grösse oder von Kohlenklein, Quecksilberemulsion oder sonst eine frittende Substanz eingebettet sind und von einer engen Glasröhre  $g$  umgeben werden, in welcher sich zwei Führungszn  $f$ ,  $f'$ , durch welche die Nadeln hindurchgehen, befinden. Die beiden Spitzen dieser Nadeln sind sehr nahe aneinander gerückt. Die eine dieser Nadeln trägt an ihrem rückwärtigen Ende ein Schraubengewinde, welches in einer Schraubenmutter geführt ist. An der weiteren Verlängerung dieser Schraube ist ein kleiner rechteckiger Eisenstab  $y$  befestigt, durch dessen Drehung unter dem Einflusse des Magnetes  $M$ , welcher von Hand geführt wird, die Spitzen einander genähert oder voneinander entfernt werden können. Ein massiver Dämpfungsblock aus Metall  $z$  ist gegen die Glasröhre angelegt und gegenüber demselben wirkt der hier nicht

Fig. 55.



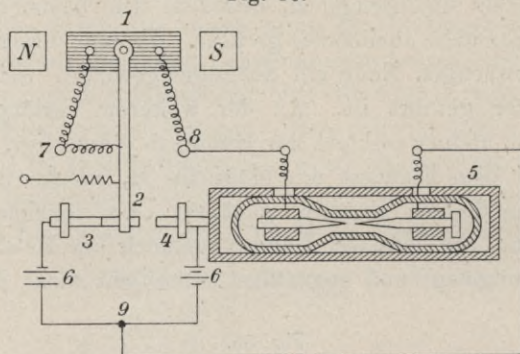
gezeichnete Klopfer, welcher in ununterbrochener Wirkung gehalten ist, auf die Glasröhre ein. Dieser Klopfer schlägt einmal in der Sekunde auf die Glasröhre und wird nicht durch den Empfangsstrom, sondern durch ein Uhrwerk in Wirkung gesetzt.

Die in der Frittröhre durch den Klopfer entstehenden Schwingungen werden sofort durch den Block abgedämpft. Die Verwendung von Nadelspitzen an Stelle von breitflächigen Elektroden, wie solche bei den Frittern anderer Konstruktion gebräuchlich sind, wird hier als besonders vorteilhaft bezeichnet.

In manchen Fällen wird für das Rückbringen des Fritters in den nichtleitenden Zustand ein Siphonrekorder benutzt und ist diese Anordnung aus Fig. 56 zu entnehmen. An den Rekorder 1 wird hierbei ein Kontaktarm 2 befestigt, welcher zwischen zwei fixen Kontakten 3 und 4 spielen kann. Der Kontakt 4 steht hierbei mit der Umrahmung 5 des Fritters in fester Verbindung. Die Enden einer geteilten Batterie 6 sind mit diesen zwei Kontakten verbunden. Ein Ende 7 der Rekorderspule 1

steht mit dem Kontaktarm 2 und das andere 8 über dem Fritter mit dem Abzweigpunkte 9 der geteilten Batterie in Verbindung. Sobald nun der Fritter durch einlangende Hertz'sche Wellen erregt und dadurch leitend wird, veranlasst der nun durch den Fritter hindurchgehende Strom, welcher auch den Rekorder durchfließt, die Kontaktzunge 2

Fig. 56.



hin und her zu pendeln und zwar so lange, bis der Fritter durch die Schläge auf den Kontakt 4 entfrittet wird. Während der Bewegung der Rekorderwindung 1 wird durch den Tintensiphon des Rekorders auf einem geeigneten Papierstreifen entsprechende Aufzeichnung gemacht, so dass hier Empfangsapparat und Klopfer zu einer einzigen Vorrichtung vereinigt erscheinen.

An Stelle des beschriebenen Fritters mit Feilspänen als fritten-des Material verwendet Lodge in neuerer Zeit den in Fig. 57 (Querschnitt) und in Fig. 58 (Draufsicht) dargestellten Fritter. Dieser Fritter ist selbstregenerierend, weist die gleiche Empfindlichkeit auf, wie die Fritter mit Frittpulver, ohne jedoch deren Nachteile zu besitzen, die in der Unzuverlässigkeit der Wirkung, der Notwendigkeit der mechanischen Entfrittung durch Stöße oder Schläge, sowie in der Abhängigkeit von gewissen atmosphärischen Einflüssen gelegen sind. Ein und derselbe Fritter, welcher anfänglich die grösste Empfindlichkeit zeigt, kann unter der Einwirkung der Schläge durch den Klopfer, bedingt durch die geänderte Lagerung der Feilspäne, fast gänzlich unempfindlich werden, um sodann wieder in den normalen Zustand zurückzukehren. Bei dieser neuen Fritterform werden stets frische und gleichmässige Teile der Oberfläche für die Wirkung in Bereitschaft gehalten. Zu diesem Zwecke dreht sich eine kleine Stahl-scheibe m, welche von einer Quecksilbersäule h nur durch ein dünnes

Oelhütchen getrennt ist, ununterbrochen um ihre Achse. Werden nun durch die einlangenden Wellen Schwingungen im Resonator hervorgerufen, so steigt durch die angesammelte Wirkung die Potentialdifferenz zwischen Scheibe und Quecksilber auf eine solche Höhe, dass sie das dünne Oelhütchen zu zerreißen vermag, wodurch eine Kohäsion zwischen dem festen und flüssigen Metall entsteht. Durch die Drehung der Scheibe jedoch wird diese direkte metallische Verbindung zwischen Scheibe und Quecksilber sofort wieder aufgehoben und der ursprüngliche nichtleitende Zustand neuerdings hergestellt.

In den beiden Fig. 57 und 58 bedeutet *m* die sich drehende Stahlscheibe, *t* das Gefäß, in welchem das Quecksilber enthalten ist,

Fig. 57.

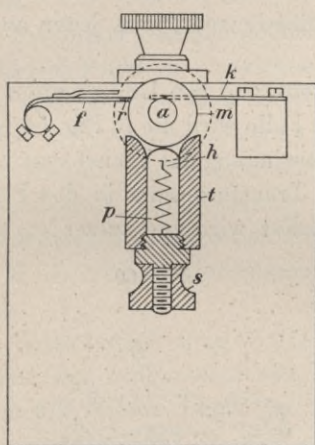
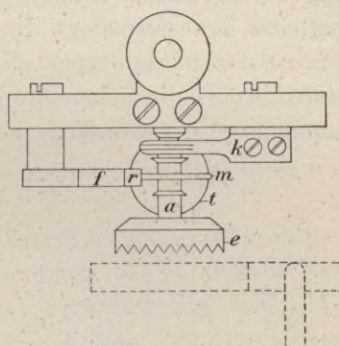


Fig. 58.



*h* die Quecksilbersäule, *p* eine Spirale aus amalgamiertem Platindraht, welche mit der Verschlusschraube *s* in Verbindung steht. Eine Kupferbürste *k* stellt die Verbindung mit der Stahlscheibe über die Achse *a* her. Die Feder *f*, an deren Ende ein kleines Stückchen Filz *r* befestigt ist, ruht mit letzterem leicht auf der Scheibe *m* auf und hat den Zweck, die Oberfläche der Scheibe trocken zu halten und fremde Teilchen von der Scheibe wegzuwischen. Die Stahlscheibe *m* wird durch ein Ebonitrad *e* angetrieben, welches in ein anderes Rad aus dem gleichen Materiale eingreift. Letzteres wird durch ein Uhrwerk in drehende Bewegung versetzt. Dieser Fritter wird unmittelbar mit einem Millivoltmeter und einem Siphonrekorder in einen Lokalstromkreis geschaltet. Das Millivoltmeter dient dem Zwecke, die Potentialdifferenz in diesem Stromkreise konstant zu halten. Diese Potential-

differenz schwankt je nach der Einstellung der Apparate zwischen 0,03 bis 0,05 Volt. Die Empfindlichkeit dieses Fritters ist so gross, dass schon bei einer Potentialdifferenz von 1 Volt das Oelhütchen zerrissen wird. Es kommt demnach in dem lokalen Kreise nur ein Element zur Anwendung und wird ausserdem die überschüssige elektromotorische Kraft durch Einschaltung von entsprechenden Widerständen aufgezehrt. Dieser Fritter von Lodge arbeitet um so besser, je langsamer die einwirkenden Schwingungen sind. Langsame elektrische Schwingungen sind aber das Ergebnis von langen elektrischen Wellen, welche wieder der Absorption weniger ausgesetzt sind als kurze Wellen, so dass alle Bedingungen für ein gutes Arbeiten gegeben sind. Tatsächlich sollen die schwächsten Schwingungen das Oelhütchen zum Zerreißen und somit den Fritter zur Wirkung bringen und soll der Fritter in seiner Wirkung ebenso zuverlässig sein, wie jeder andere Teil des gesamten Apparatsystems.

Fig. 59 zeigt eine Anordnung der Neuerung von Lodge unter Anwendung eines Transformators. In diesem Falle wird die in Fig. 54 mit  $q$  bezeichnete Selbstinduktionspule als Primärwindung des Transformators  $T$  ausgebildet, wobei die Sekundäre dieses Transformators in den Fritter und Empfangsapparatstromkreis eingeschaltet wird und ausserdem noch

Fig. 59.

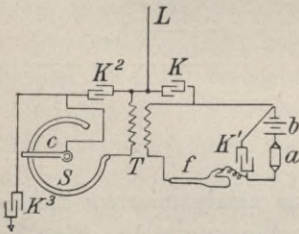
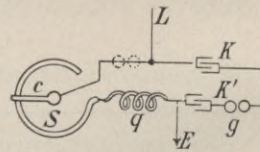


Fig. 60.



mit einem Belage des Kondensators  $K$  in Abzweigung in Verbindung steht. Dieser Kondensator, dessen zweiter Belag mit dem Luftdrahte in Verbindung steht, ist im Sinne der Erfindung als jener Kondensator zu bezeichnen, welcher unter dem Einflusse der in dem Luftdrahte entstehenden Schwingungen zum Mitschwingen angeregt wird und diese Schwingungen auf den Fritterstromkreis überträgt. In gleicher Weise kann auch für die Sendestation ein derartiger Transformator zur Anwendung gelangen und muss in diesem Falle ein Kondensator zwischen die Primär- und Sekundärwindung dieses Transformators eingeschaltet werden, welcher als Fänger und Ausgleicher allzuheftiger Stromstösse zu dienen hat.

Eine andere Anordnung für den Sender besteht (Fig. 60) darin, dass statt eines Kondensators  $K$  deren zwei  $K$  und  $K'$  verwendet werden, zwischen welchen die Funkenstrecke  $g$  eingeschaltet wird. Eine zweite Funkenstrecke kann in diesem Falle, wie dies durch die punktierten Kreise angedeutet ist, zwischen Luftleiter und Selbstinduktion angeordnet werden.

6. Die Fortschritte auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie nach dem Systeme Marconi. I. Verschiedene Schaltungen zur gegenseitigen Abstimmung. In der Sonderausgabe der Sammlung elektrotechnischer Vorträge aus dem Jahre 1900 „Die drahtlose Telegraphie“ erscheinen schon die ersten Versuche Marconis zur Erzielung einer abgestimmten Funkentelegraphie durchgeführt.

Seit dieser Zeit sind jedoch eine grössere Reihe von Verbesserungen auf diesem Felde zu verzeichnen, wobei es jedoch nicht unerwähnt gelassen werden darf, dass hierfür die Anregung von Prof. Ferdinand Braun in Strassburg ausging, welcher die Gesetze der Abstimmung zuerst erkannt und festgestellt hat. Hauptsächlich ist es das Prinzip der induktiven Uebertragung der in einem geschlossenen Flaschenkreis erzeugten elektrischen Schwingungen auf den Luftdraht, welches von Marconi aufgenommen und für seine Zwecke weitergebildet wurde.

Ursprünglich ging Marconis Bestreben dahin, das rasche Ausstrahlen der aufgenommenen Energie durch den Luftdraht herabzusetzen und diesen Draht zu zwingen, schwache und zahlreiche Impulse auszusenden. Hierbei erwies sich jedoch das Hinzufügen von Induktanz zu dem Luftdrahte aus dem Grunde nicht als entsprechend, weil die Kapazität im Verhältnisse zur Induktanz zu gering wurde. Der Ausweg, die Kapazität des Luftdrahtes durch Vergrößerung der Oberfläche desselben zu erhöhen, erwies sich aber, abgesehen von den mechanischen Hindernissen, aus dem Grunde als nicht erfolgreich, weil ja hierdurch die ausstrahlende Fläche ebenfalls vergrößert wurde.

Ein besserer Erfolg wurde damit erzielt, dass zu dem eigentlichen Wellenausstrahler, also dem Luftdrahte, ein zweiter Luftdraht parallel angeordnet und die Funkenstrecke, wie dies Fig. 61 zeigt, zwischen diese beiden Leiter verlegt wurde, wobei auch eine Induktanz  $i$  in den eigentlichen Luftdraht zur Einschaltung gelangte. Die bessere Wirkung dieses Senders lässt sich wohl dadurch erklären, dass hierdurch die Kapazität des gesamten Drahtes erhöht wurde, aber da der zweite Draht an der Ausstrahlung der elektromagnetischen Wellen nicht be-

teiligt war, eine Vergrößerung der ausstrahlenden Oberfläche nicht stattfand.

Auf Grund dieser guten Ergebnisse wurde die in Fig. 62 dargestellte Anordnung geschaffen. Hier erhielten sowohl der ausstrahlende als der die Erhöhung der Kapazität bedingende Leiter eine cylindrische Form und wurde der eine dieser Cylinder in den anderen hineingeschoben, jedoch so, dass eine leitende Verbindung zwischen denselben nicht stattfinden konnte.

Die Versuchsergebnisse mit dieser Anordnung erwiesen sich noch als viel bessere, doch war es Bedingung, dass die Kapazität und In-

Fig. 61.

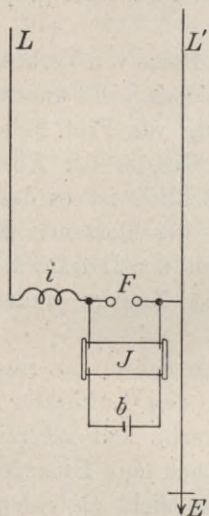
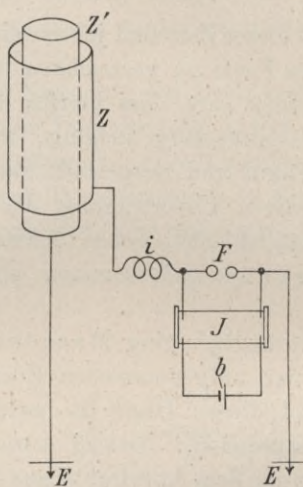


Fig. 62.



duktanz dieser beiden Leiter eine ungleiche sei, was sich bei einiger Erwägung sofort als richtig erkennen lässt, indem sich sonst diese beiden Leiter in ihren Wirkungen neutralisieren müssten.

Es wurde auf diese Weise möglich, eine ganz gute Abstimmung zwischen Sender und Empfänger zu erreichen.

Vergleicht man die Anordnung Fig. 61 mit jener von Slaby Fig. 18, so wird sich sofort eine grosse Aehnlichkeit zwischen den beiden herausfinden lassen, indem man nur den einen Leiter umzukehren und mit der Erde zu verbinden hat, um die letztere Anordnung zu erhalten.

Trotz des günstigen Ergebnisses der Anordnung mit den zwei Cylindern erwies sich selbe doch noch nicht für ausreichend, um den

Anforderungen einer vollkommen abgestimmten Funkentelegraphie, welche nebenbei einen relativ geringen Energieaufwand erfordert, vollkommen zu entsprechen.

Erst die von Braun geschaffene Erkenntnis, dass ein in sich geschlossener Flaschenkreis im erregten Zustande ein sehr schwacher Radiator ist, der fast gar keine Energie an die Umgebung abgibt und nur dann zur Energieabgabe an einen guten Radiator gezwungen werden kann, wenn man letzteren in unmittelbarer Nähe desselben situiert, führte zu Verbesserungen. Eine diesbezügliche Anordnung stellt Fig. 63 dar. Hier ist der geschlossene Flaschen- oder Kondensator-

Fig. 63.

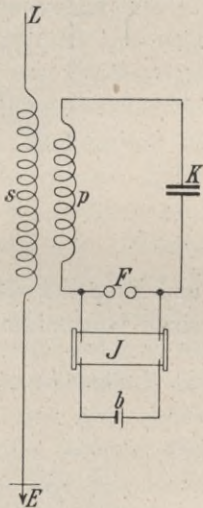
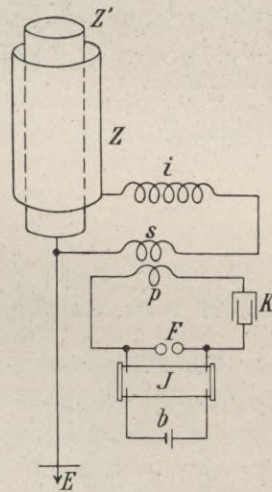


Fig. 64.



satorkreis unmittelbar durch einen Teslatriansformator mit dem Luftdrahte derart in Verbindung, dass letzterer einen Teil der Energie aufzunehmen und auszustrahlen vermag.

Diese Anordnung stimmt nun mit jener von Braun vollkommen überein, mit dem einen für die Grundlage unwesentlichen Unterschiede, dass die Flaschen oder Kondensatoren nicht wie bei Braun in zwei Partien getrennt und symmetrisch geschaltet sind. Zwei von den verschiedenen Varianten dieser Anordnung erscheinen in den Fig. 64 und 65 wieder gegeben. Bei der Mehrzahl derselben ist die Kapazität und Induktanz zum Zwecke der Erzielung einer vollkommenen Abstimmung, sowie zum Einstellen eines Senders auf mehrere für verschiedene Wellenlängen abgestimmten Empfänger variabel gemacht. Die Anordnung der Empfänger ist, wie sie sich aus den Fig. 66 und 67 zeigt, eine

der des Senders vollkommen ähnliche und gelangt auch hier der geschlossene Flaschen- oder Kondensatorkreis zur Verwertung.

Fig. 65.

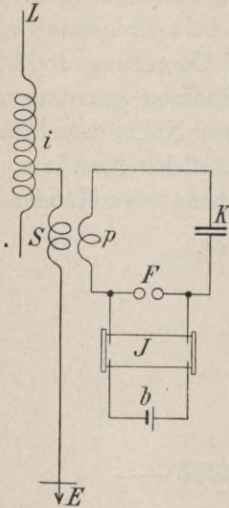


Fig. 66.

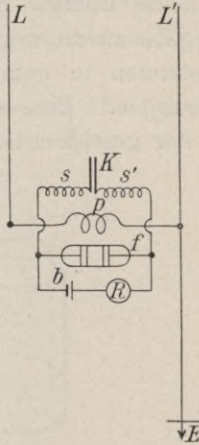


Fig. 67.

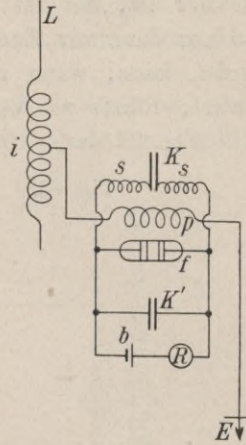


Fig. 68 und 69 zeigen je eine Sende und Empfangsstation mit je zwei Sendern bzw. Empfängern, die an einen gemeinsamen Luft-

Fig. 68.

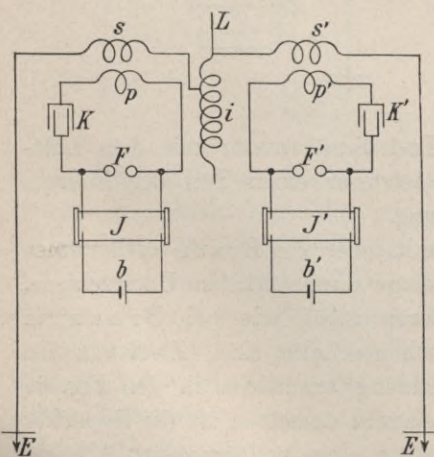
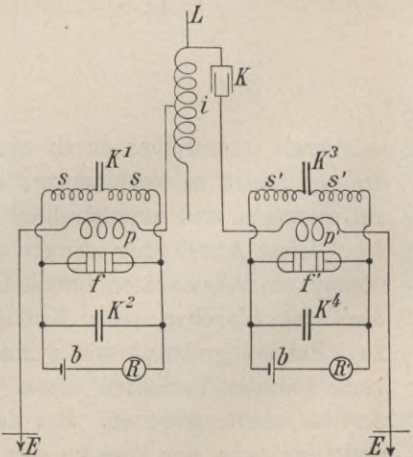


Fig. 69.

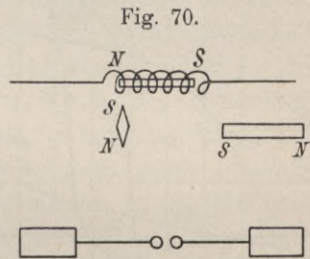


draht anschließen und wobei jeder Sender eine andere Wellenlänge zur Ausstrahlung bringt und jeder Empfänger auf eine andere Wellenlänge



anspricht. Von einer Sendestation können demnach gleichzeitig zwei oder bei Vermehrung der Sendeapparate auch mehrere Nachrichten zu gleicher Zeit entsendet bzw. von jeder Empfangsstation zu gleicher Zeit aufgenommen werden.

II. Der magnetische Wellenanzeiger. Rutherford untersuchte als erster die Wirkung elektrischer Ströme hoher Frequenz auf den Magnetismus eines Bündels von Eisendrähten. Er wand zu diesem Zwecke einen isolierten Leiter über das Drahtbündel und verband selben mit einem Wellenfänger. Er fand hierbei, dass ein Magnetometer beeinflusst wurde, wenn elektrische Impulse von einem entfernten Sender einlangten. Die Wirkung war eine Entmagnetisierung des Drahtbündels. Die von Rutherford benutzte Einrichtung bestand (Fig. 70) aus einem Stäbchen NS von Eisen, welches in die Höhlung einer Drahtwindung eingeschoben und durch den in unmittelbarer Nähe befindlichen Stabmagnet SN magnetisiert wurde. In grosser Nähe zu dem Nordpole des Eisenstäbchens befand sich eine Magnetnadel SN. Wurden nun in einiger Entfernung von dieser Einrichtung elektrische Funken erzeugt, so wurden die hierdurch entstandenen elektrischen Wellen

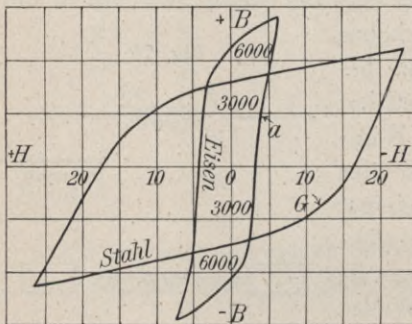


von der Drahtwindung aufgenommen und entmagnetisierten das Eisenstäbchen, was sich sofort durch Ablenkung der Magnetnadel kundgab. Später wurden diese Versuche von Finzi u. a. wieder aufgenommen und von Professor Ernest Wilson in dem chemischen Laboratorium des Kings College in London weiter geführt, wobei eine stets wechselnde magnetomotorische Kraft, während des Empfanges elektrischer Wellenimpulse zur Anwendung gelangte. Die Empfindlichkeit von Eisen, welches einem magnetischen Kreislauf unterzogen wird, gegen äussere Einflüsse ist eine bekannte Thatsache. Wird z. B. reines Eisen der Einwirkung einer wechselnden magnetisierenden Kraft derart ausgesetzt, dass der Magnetismus sich in dem steilen Teile der cyklischen Kurve befindet und wird hierauf die magnetisierende Kraft konstant gehalten, so genügt ein leichter Schlag auf das Eisen, um den Magnetismus herabzusetzen, was ein mit dem Probestück durch einen sekundären Stromkreis verbundenes ballistisches Galvanometer sofort durch einen sprunghaften Ausschlag anzeigt.

Zur Untersuchung des Einflusses der Ströme hoher Frequenz auf cyclischer Magnetisierung unterworfenen Eisen wurde von Wilson harter

Stahldraht und weicher Eisendraht von 0,025 cm bzw. 0,0265 cm Durchmesser gewählt und diese Drahtsorten zu einem Ring von 3 cm Durchmesser in je 40 Windungen geformt. Diese Ringe wurden mit einer primären und sekundären Windung für die ballistische Galvanometeruntersuchung und ausserdem mit drei Windungen Kupferdrahtes für die Verbindung mit dem Empfänger versehen. Der letztere bestand aus einem Kondensator und 9 Windungen Kupferdrahtes von annähernd 1 m Durchmesser. Die Entfernung zwischen Sender und Empfänger war 12 m. Die magnetisierende Kraft wurde mittels eines Flüssigkeitsstromwenders gewechselt und in dem steilen Teil der Magnetisierungs-kurve (Fig. 71) konstant gehalten und erst unmittelbar vor Anwendung

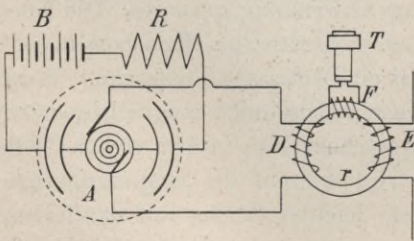
Fig. 71.



der elektrischen Impulse neuerdings geändert. Es zeigte sich hierbei, dass die magnetische Induktion anscheinend erhöht wurde, indem das Eisen der magnetisierenden Einwirkung schneller zu folgen vermochte. Wurde ein Telephon von 139 Ohm mit einer um den Ring gewickelten Drahtspule von 840 Windungen und 30 Ohm verbunden, so konnte man bei dem Entsenden von Funken, wenn der Magnetismus entlang des steilen Teiles der cyklischen Kurve anstieg, einen stark markierten Ton vernehmen.

Die Gesamtanordnung, wie solche für den Versuch gewählt wurde, zeigt Fig. 72 und bedeutet A den Flüssigkeitsstromwender mit Kupferplatten in verdünnter Kupfersulfatlösung, B eine Akkumulatoren-

Fig. 72.



batterie in Verbindung mit einem einstellbaren Widerstand R, D die Magnetisierungsspirale für den Ring r, E die zum Empfänger und F die zum Telephon führende Spule.

Es zeigt sich bei den fortgesetzten Versuchen ferner, dass die Empfindlichkeit des Eisens, gegenüber der magnetisierenden Einwirkung unter dem Einflusse elektromagnetischer Wellen, noch ganz bedeutend vergrössert wird, wenn das Eisen mechanisch, sei es durch Belastung oder Torsion, in Anspruch

genommen ist. Auch die Erwärmung vergrösserte die Empfindlichkeit und zwar namentlich dann, wenn das Eisen unmittelbar unter jener kritischen Temperatur war, bei welcher das Eisen den Magnetismus verliert.

Die auf diese Weise gewonnenen Erfahrungen über das Verhalten cyklisch magnetisierten Eisens unter dem Einflusse elektrischer Wellen hat Marconi benutzt, um einen äusserst empfindlichen Wellenempfänger zu konstruieren, der gegenüber dem bisher benutzten Fritter eine Reihe von Vorteilen zeigt, sich aber namentlich durch grosse Zuverlässigkeit der Wirkung auszeichnet.

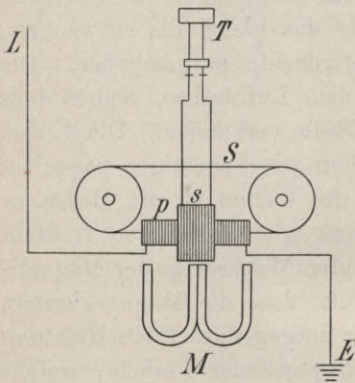
Dieser Empfänger ist in folgender Weise zusammengesetzt: Auf einen aus dünnen Eisendrähten zusammengesetzten Kern oder Stab werden ein oder zwei Lagen dünnen isolierten Kupferdrahtes aufgewunden. Ueber diese Windungen wird ein entsprechendes Isolationsmaterial gelegt und über selbe eine Spule aus gleichfalls schwachem, isoliertem, aber bedeutend längerem Kupferdrahte aufgeschoben. Die unteren Windungen sind einesteils mit dem Luftdrahte, anderenteils mit dem Resonator oder direkt mit der Erde verbunden. Die Enden der oberen Spule münden in ein Telephon oder sonstiges passendes Empfangsinstrument. Nahe den Enden des Kernes ist ein Hufeisenmagnet angeordnet, der durch ein Uhrwerk gleichmässig so verdreht wird, dass er einen langsamen aber konstanten Wechsel in der Magnetisierung des Eisens in der Weise hervorruft, dass die Magnetisierung, wenn sie am Nullpunkte anlangt, in der entgegengesetzten Richtung erfolgt. Durch elektrische Schwingungen passender Periode, welche diesen Eisenkern treffen, treten nun rapide Wechsel in der Magnetisierung der Eisendrähte auf, welche Induktionsströme in den Windungen hervorrufen, die wieder im Telephon als laute Zeichen vernehmbar werden und die von der Sendestation ausgehenden telegraphischen Zeichen mit grosser Klarheit und Bestimmtheit wiedergeben. Sobald der Magnet weggenommen oder dessen Bewegung gehemmt wird, reagiert der Empfänger auf die Zeichen nicht mehr, selbst dann nicht, wenn der Sender in geringer Entfernung vom Empfänger aufgestellt wird.

Dieser Empfänger wurde durch einige Zeit für die Aufnahme von Telegrammen zwischen St. Chaterine's Point, Isle of Wight und the North Haven, Poole, über eine Entfernung von 46 km und sodann zwischen Poldhu in Cornwall und the North Haven auf eine Entfernung von 243,2 km, wovon 174,4 km über See und 68,8 km über Hochland gingen, mit Erfolg verwendet und hierbei festgestellt,

dass die Signale mit diesem Empfänger auf die gleiche Entfernung auch bei Aufwendung geringerer Kräfte, als solche für die Fritteraufnahme notwendig waren, mit Sicherheit einlangten. Hierbei wurde noch weiters beobachtet, dass die hörbaren Signale dann am schwächsten waren, wenn die rotierenden Pole des Magnetes die Enden des Kernes verliessen und sich von denselben entfernten. Umgekehrt waren sie dann am stärksten, wenn sich die Magnetpole dem Kerne näherten.

Sehr gute Ergebnisse wurden mit einem endlosen Drahtseil *S* (Fig. 73) aus dünnen Eisendrähten erzielt, welches über Rollen mittels eines Uhrwerkes an einem feststehenden Magneten *M* vorbeigeführt wurde. Die Kupferdrähte *p* waren hierbei in der Nähe des Magnetes so befestigt, dass das Drahtseil sich innerhalb der von den Windungen gebildeten

Fig. 73.



Höhlung bewegte, ohne die Drähte jedoch zu berühren. Besser waren die Ergebnisse, wenn zwei Hufeisenmagnete einander gegenüber in grosser Nähe der Drahtwindungen so angebracht wurden, dass selbe die gleichen Pole einander zuekehrten.

Bei dieser Anordnung blieben die Signale stets von gleicher Stärke. Die besten Ergebnisse wurden mit einer bestimmten magnetisierenden Kraft erzielt, wobei jedoch auch verschiedene Eigenschaften verschiedene Werte bedingen. Ebenso ist eine ganz bestimmte Geschwindigkeit der Bewegung am nützlichsten und wurde von Marconi

als günstigste Zeitdauer für den Empfänger mit drehendem Magneten eine Umdrehungsdauer von zwei Sekunden und für den Empfänger mit endlosem Drahtseil die Rücklegung eines Weges von 7,5 cm in der Sekunde ermittelt.

Als günstigstes Material für den Eisenkern wurden hartgezogene Eisendrähte befunden, die vor ihrer Verwendung über ihre Elastizitätsgrenze verdreht oder gestreckt wurden. Marconi verwendet gewöhnliche Eisenkerne, die aus 30 Drähten hartgezogenen Eisens von 0,5 mm Durchmesser gebildet werden. Diese Drähte werden mit seidenumspunnenem Kupferdraht von 0,5 mm Durchmesser und 2,4 m Länge in einer Lage als Primäre und der gleichen Drahtsorte von einer Länge, welche dem Leitungswiderstand des angewendeten Telephones entspricht, als Sekundärspule umwunden.

Abgesehen von der grösseren Empfindlichkeit und Genauigkeit des Empfanges mit einem derartigen Wellenempfänger gegenüber dem Fritter weist er noch den Vorzug auf, dass es bei dessen Anwendung weder einer Adjustierung noch einer sonstigen Vorkehrung bedarf. Als grösster Vorteil ist jedoch zu bezeichnen, dass sich bei Verwendung dieses Empfängers die Abstimmung viel genauer und sicherer durchführen lässt, als bei Anwendung des Fritters, welcher eine wechselnde und nicht genau bestimmbare Eigenkapazität besitzt, die eine genaue Abstimmung störend beeinflusst.

Die Abstimmung zwischen Sender und Empfänger ist von der genauen elektrischen Resonanz der verschiedenen Stromkreise der Transformatoren des Empfängers abhängig. Da nun die Abstimmung von Kapazität, Induktanz und Widerstand abhängig ist, von welchen sich die Kapazität und der Widerstand in einem Fritterkreise nie genau feststellen lassen, wohingegen bei dem vorbeschriebenen Empfänger eine genaue Bestimmung aller dieser Faktoren leicht möglich ist, bedarf es für die Richtigkeit der erwähnten Thatsache wohl kaum mehr einer eingehenden Erklärung.

Die Wirksamkeit dieser Wellenempfänger wird seitens Marconis auf die Verringerung der magnetischen Hysteresis zurückgeführt. Es ist eine bekannte Thatsache, dass das Eisen einem Wechsel der magnetisierenden Kraft nicht unmittelbar zu folgen vermag, sondern dass selbes den dieser Kraft entsprechenden magnetischen Zustand erst nach einer gewissen allerdings sehr kleinen Zeit erreicht. Es wird daher bei einer cyklischen Aenderung der magnetisierenden Kraft die korrespondierende, induzierte, magnetische Aenderung des Eisens hinter dieser Kraft zurückbleiben. Diese Neigung des Zurückbleibens wurde von Prof. Ewing als magnetische Hysteresis bezeichnet. Rutherford, Gerosa, Finzi, Wilson u. a. haben nun nachgewiesen, dass die Einwirkung alternierender elektrischer Ströme oder hochfrequenter elektrischer Schwingungen die Erscheinungen der magnetischen Hysteresis bedeutend herabmindern und das Eisen veranlassen, jedem Einfluss, welcher den magnetischen Zustand zu ändern sucht, mit grösserer Leichtigkeit und Geschwindigkeit zu folgen.

Die Wirkung der elektrischen Schwingungen ist wahrscheinlich einer momentanen Lockerung der Eisenmoleküle zuzuschreiben, wodurch selbe der richtenden Einwirkung des Magnetes leichter zu folgen vermögen und auch das Rückbleiben, gegenüber dem Einflusse der wechselnden magnetisierenden Kraft, nicht mehr in dem früheren Massstabe stattfinden kann.

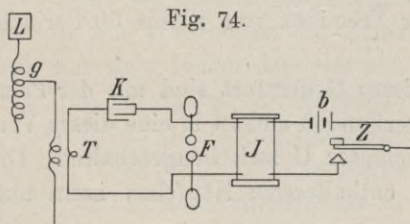
Die Gruppe elektrischer Wellen, welche von einem einzigen Funken eines Hertz'schen Radiators ausgeht, setzt sonach die magnetische Hysterese eines von demselben getroffenen Eisenstückes, welches gleichzeitig unter der Einwirkung einer wechselnden magnetischen Kraft steht, plötzlich herab, wodurch wieder plötzliche und stossweise Aenderungen in dem magnetischen Zustande des Eisens auftreten. Diese stossweisen Aenderungen des Magnetismus induzieren selbstverständlich Ströme in der einen Drahtrolle, welche sich wieder auf die andere Drahtrolle übertragen und, wenn sie hinreichend stark sind, das Empfangsinstrument zur Anregung bringen.

Da hier stark wechselnde Ströme auftreten, kann ein Morse-schreiber nicht als Empfänger verwendet werden und muss man sonach auf eine schriftliche Zeichenniederlegung verzichten und sich auf die reine Gehörsaufnahme beschränken.

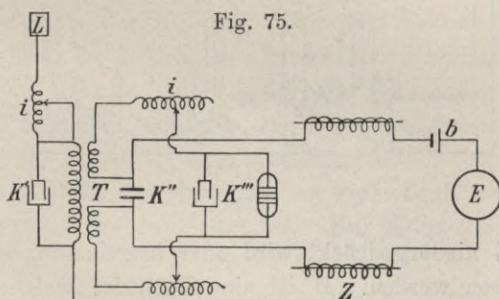
Dieser Empfänger wird von Marconi bei seinen Versuchen für die Ferntelegraphie ohne Draht fast ausschliesslich verwendet und leistete namentlich bei den Versuchen zwischen der Station Poldhu und dem italienischen Kreuzer Carlo Alberto, deren späterhin noch gedacht wird, die erspriesslichsten Dienste.

III. Marconis Einrichtung zur gegenseitigen Abstimmung der Sende- und Empfangsapparate. Die schematischen Darstellungen der Verbindungen dieser Einrichtungen zum Zwecke der gegenseitigen Abstimmung der Sende- und Empfangsvorrichtung in der Weise, dass die Signale von keiner anderen Station aufgenommen werden können, zeigen die Fig. 74 und 75. Um diese gegenseitige Abstimmung zu erreichen, ist es notwendig, dass die Primär- und Sekundärkreise sowohl der Sende- als der Empfangseinrichtung auf die ganz gleiche Zeitperiode eingestellt werden, oder was dasselbe besagen will, das Produkt aus Kapazität und Selbstinduktion in jedem dieser Stromkreise das gleiche ist. An Stelle gleicher Zeitperioden können auch im gegenseitigen harmonischen Verhältnisse stehenden Zeitperioden zur Anwendung gelangen. In praktischer Anwendung dieses Systemes der Abstimmung wird die Zeitperiode zweier Stationen, die miteinander verkehren sollen, so festgestellt, dass selbe von der Zeitperiode anderer benachbarter Stationen wesentlich abweicht. Soll nun eine Station mit mehreren anderen Stationen von verschiedener Zeitperiode abwechselnd sprechen können, so muss die Zeitperiode derselben so abgeändert werden können, dass sie mit der Zeitperiode jener Station übereinstimmt, mit welcher verkehrt werden will.

Wie aus Fig. 74, welche die Sendestation darstellt, zu ersehen ist, lässt sich die Zeitperiode sowohl im primären als auch im sekundären Stromkreise mit der grössten Leichtigkeit regulieren, indem einerseits durch Verschieben des regulierbaren Kondensators  $K$  die Kapazität und anderenteils durch Verschieben des Kontaktes  $g$  längs der



Drahtrolle die Induktanz nach Belieben und Bedarf abgeändert werden kann. In gleicher Weise lässt sich auch die Abstimmung in den beiden Empfangskreisen (Fig. 75) durchführen, und zwar hier sowohl durch Aenderung der Induktanz und Kapazität, indem hier beide durch einen regulierbaren Kondensator und eine regulierbare Selbstinduktions-



spule, wie sich dies aus  $K$  und  $i$  für den primären und aus  $K'''$  und  $i$  für den sekundären Kreis ergibt, entsprechend verändert werden können.

IV. Die Patente von Prof. J. A. Fleming und der Wireless Telegraph Company. Da Prof. J. A. Fleming mit der Marconi Company liiert ist, können dessen Patente, als den Einrichtungen Marconis zugehörig, gleich hier mit beschrieben werden.

Die in Fig. 76 dargestellte Anordnung bezweckt die Erzeugung elektrischer Schwingungen von sehr grosser Frequenz und gleichzeitig von sehr grosser Energie.

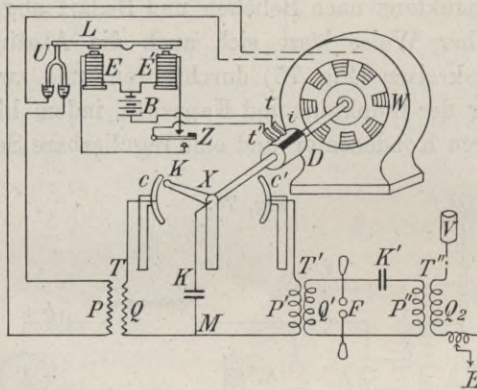
Es wurde nämlich festgestellt, dass die bisherige Anordnung zur Erzeugung elektrischer Schwingungen, bestehend aus einem Induk-

torium und einem Oscillator, nicht genügend kräftig sind, um für die Zwecke der drahtlosen Telegraphie auf grosse Entfernungen auszureichen, weshalb andere Einrichtungen für diese Zwecke verwendet werden müssen.

In der Zeichnung stellt W einen Wechselstromgenerator dar, welcher je nach dem Grade der Erregung eine Spannung bis zu 2000 Volt bei einer Frequenz von 40 bis 50 Perioden in der Sekunde zu liefern vermag.

Die Enden dieses Generators sind mit der Primärwindung P des Transformators T verbunden und ist in eine dieser Verbindungsleitungen der Quecksilberumschalter U zwischengeschaltet. Die Verbindung der beiden Quecksilber enthaltenden Näpchen kann nun je nachdem der

Fig. 76.



Zeichengeber Z niedergedrückt wird oder losgelassen ist, geschlossen oder unterbrochen werden. B ist eine Batterie, welche je nach der Lage des Zeichengebers entweder den Elektromagneten E oder E' erregt. Der Schaltebel L ist hierbei so ausbalanciert, dass er in jeder seiner Endlagen verbleibt.

An einer Verlängerung der Generatorachse ist die aus Metall hergestellte Trommel D, in welche zwei isolierende Streifen i eingelegt sind, fest aufgesetzt. Gegen diese Trommel pressen zwei Schleifkontakte t, t', welche dann leitend verbunden sind, wenn sich die Trommel in einer solchen Lage befindet, dass die beiden nicht leitenden Streifen i nicht unter diese Schleiffedern zu liegen kommen. Es kann sonach, wenn der Zeichengeber während der Zeit, in welcher die beiden Schleiffedern die isolierenden Streifen berühren, niedergedrückt wird, weder in dem Elektromagneten E noch E' ein Strom zirkulieren und infolge-



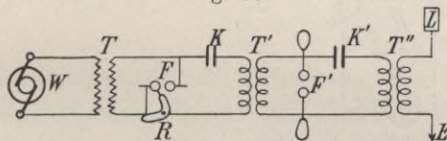
dessen während dieser Zeit der Alternatorstrom weder unterbrochen noch geschlossen werden. Entsprechend der raschen Umdrehung der Generatorachse währt dieser Zustand nur einen sehr kurzen Bruchteil einer Sekunde. Genau auf der entgegengesetzten Seite von  $i$  ist in die Trommel der zweite isolierte Streifen eingesetzt. Am äussersten Ende der Generatorwelle ist der Arm  $X$  aufgekeilt und in eine solche Lage in Beziehungen zu den Windungen der Armatur des Generators gebracht, dass genau zur Zeit, wenn derselbe mit seinem Knopfe  $K$  den Sektor  $c$  berührt, das Maximum der elektromotorischen Kraft im Alternator auftritt. Die Breite der isolierenden Streifen  $i$  ist nun eine solche, dass während der Zeit, innerhalb welcher der Knopf  $K$  längs des Sektors  $c$  schleift, die beiden Schleiffedern  $t, t'$  diesen Streifen berühren. Der Arm  $X$ , welcher auf der Generatorachse isoliert befestigt ist, dreht sich mit dem Generator und berührt während jeder Umdrehung den mit der Sekundärspule  $Q$  des Transformators  $T$  verbundenen Sektor  $c$  einmal. Bei jeder dieser Berührung wird der Kondensator  $K$  geladen, hingegen wenn der Knopf  $K$  den Sektor  $c'$  berührt, entladen. Die Länge des Sektors  $c$  ist eine solche, dass in Bezug auf die Geschwindigkeit und die Frequenz des Alternators die Zeit, während welcher der Knopf  $K$  längs des Sektors läuft, dieselbe ist, während welcher die E.M.K. des Alternators innerhalb einer Periode ihr Maximum hat. Nimmt man an, dass der Alternator eine komplette Periode in 0,02 Sekunden vollführt, so wird die Länge des Sektors so bemessen, dass der Knopf  $K$  längs desselben 0,002 Sekunden schleift. Hierbei hat die E.M.K. ihr Maximum zu erreichen, wenn der Knopf in der Mitte des Sektors angelangt ist. Der Kondensator wird demnach nahezu gleich zu dem Maximum der E.M.K. des Generators geladen. Bei der Entladung des Kondensators  $K$ , welche dann erfolgt, wenn sich der Knopf  $K$  längs des Sektors  $c'$  bewegt, entladet sich derselbe in die Primärspule  $P'$  des Transformators  $T'$  und erregt elektrische Schwingungen in der Sekundärwindung  $Q'$  desselben. Mit dieser Einrichtung wurden gute Resultate erzielt, wenn der Kondensator  $K$  eine Kapazität von ungefähr 0,5 Mikrofarad hatte, die Spannung in der Sekundärspule des Transformators  $T$  20 000 Volt betrug und Generator und Transformator auf eine Leistung von 25 Kw. gebaut waren. Der Schwingungstransformator  $T'$  wird aus zwei Spulen isolierten Kabels, die übereinander gewunden sind, gebildet. Die Primärspule besteht aus ungefähr 100 Windungen, die über eine isolierte Trommel gelegt werden. Die Sekundärwindung besteht aus 300 bis 400 Windungen der gleichen Kabeltype und ist durch Hartgummi in der vorzüglichsten

Weise isoliert. Die beiden Enden dieser Sekundärspule stehen mit zwei Funkenkugeln F, einem zweiten Kondensator K' und der primären Spule P'' eines dritten Transformators T'' in leitender Verbindung. Die Sekundärspule Q<sub>2</sub> dieses Transformators ist auf der einen Seite mit einem isolierten Luftleiter V, auf der anderen Seite mit der Erdplatte E verbunden. Die Kapazität des Kondensators K' beträgt 0,02 Mikrofarad und die Anzahl der Windungen der Spule P'' ungefähr 6. Die Anzahl der Windungen in der Sekundärspule Q<sub>2</sub> wird mit Berücksichtigung der Kapazität des Luftleiters V so gewählt, dass die beiden Stromkreise P'' und Q<sub>2</sub> sich in gegenseitiger Abstimmung befinden. Dies wird in der Regel durch Versuch bestimmt. Sobald diese beiden Stromkreise in Resonanz sind, erreichen die von dem Luftleiter V ausgesendeten Wellen ihre grösste Intensität. Jedesmal, wenn in dem Stromkreise der Primären des Transformators T' eine Entladung stattfindet, werden in derselben eine Reihe von Schwingungen entstehen, welche wieder in Q' Schwingungen von grösserer elektromotorischer Kraft hervorrufen müssen. Diese E.M.K. ladet nun den Kondensator K' und werden die bei Entladung dieses Kondensators entstehenden Schwingungen auf Q' von T' übertragen. Es lassen sich auf diese Weise durch Anwendung der zweifachen Transformation elektrische Schwingungen von sehr grosser Energie erzeugen, die wieder durch Entsendung elektrischer Wellen von sehr grosser Energie durch den Luftleiter zur Wirksamkeit gelangen. Eine ähnliche Anordnung lässt sich auch bei Anwendung eines Gleichstromgenerators treffen. In diesem Falle wird der Transformator T überflüssig und wird nur ein Ende des Generators mit dem Punkte M und das andere mit dem isolierten Sektor c verbunden und der Schalter U in den Stromkreis der Dynamo eingeschaltet, wobei alle anderen Verbindungen ungeändert bleiben. Der Sektor c wird hierbei immer mit Elektrizität derselben Art geladen sein und es wird sich der Kondensator K bei Berührung von K mit c stets in dem gleichen Sinne laden und bei Berührung von K mit c' entladen. Die Gleichstrommaschine ersetzt daher den Alternator und den ersten Transformator.

Die in Fig. 77 dargestellte Anordnung bezweckt die bei plötzlichem Oeffnen und Schliessen des primären Stromkreises eines Wechselstromtransformators auftretenden Gefahren zu beseitigen. Der primäre Stromkreis des Transformators T bleibt hierbei konstant geschlossen, hingegen ist unterhalb der Funkenstrecke F des Sekundärkreises eine Glas- oder Porzellanröhre R angebracht, die an dem einen Ende zu einer Spitze ausgezogen ist, durch welche ein

kräftiger Luftstrom hindurch getrieben wird. Diese Röhre ist an einem Zapfen drehbar befestigt und wird in ihrer normalen Lage durch eine Feder festgehalten. In dieser Lage ist der Luftstrom von der Funkenstrecke abgeleitet. Wird selbe jedoch durch einen mit dem Zeichengeber in Verbindung stehenden Hebel oder eine Feder niedergedrückt, so verdreht sich diese Röhre für längere oder kürzere Zeit in einer Weise, dass der Luftstrom direkt die Funkenstrecke trifft, und den Lichtbogen, welcher zwischen den Funkenkugeln entsteht, verlöscht, wodurch elektrische Schwingungen im Kondensator K entstehen müssen. Die Einrichtung kann auch so getroffen werden, dass die den Luftstrom dirigierende Röhre stets auf die Funkenstrecke gerichtet bleibt, und nur der Luftstrom dann durch die Röhre hindurch geht, wenn der Zeichengeber niedergedrückt ist. Bei beiden dieser Anordnungen kann der Luftstrom in regelmässigen Zeitabständen unterbrochen werden, was die Wirkung hat, dass die Schwingungen im Kondensatorkreis plötzlich entstehen und ebenso

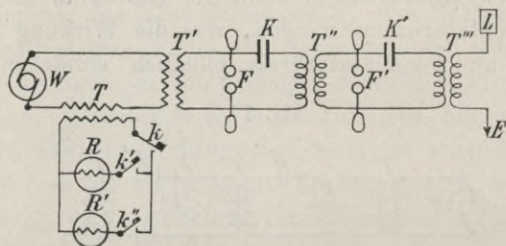
Fig. 77.



plötzlich unterbrochen werden, und auf diese Weise Gruppen elektrischer Wellen hervorrufen, die in Signale umgesetzt werden können, ohne dass der Primärkreis des Transformators unterbrochen wird. Die Wechselstrommaschine W ist mit der Primärwindung des Transformators T, und die Sekundärwindung desselben mit der Primärwindung eines zweiten Transformators T' unter Zwischenschaltung des Kondensators K verbunden. Die Sekundärwindung dieses Transformators steht in ähnlicher Weise mit einer Funkenstrecke F', einem Kondensator K' und der Primärwindung eines dritten Transformators T'' in Verbindung. Die Sekundärwindung dieses Transformators ist nun wieder einerseits mit dem Luftdraht L und andererseits mit der Erde E leitend verbunden. Sobald die Funkenkugeln der Funkenstrecke F in den entsprechenden Abstand voneinander gebracht werden, entsteht ein Wechselstromlichtbogen, welcher das Entstehen von elektrischen Schwingungen behindert. Es muss also der Lichtbogen verlöscht werden, um elektrische Schwingungen im Kondensatorkreise zu erhalten, was durch den Luftstrom, ohne den Stromkreis direkt zu unterbrechen, erfolgt.

Eine andere, den gleichen Zweck verfolgende Einrichtung stellt Fig. 78 dar. Hier sind in den Stromkreis der Wechselstrommaschine W die Primärwindungen der Transformatoren T und T' so in Reihe geschaltet, dass der Wechselstromlichtbogen zwischen den Funkenkugeln F verhindert werden kann. T' wird als der oscillierende und T als der regulierende Transformator bezeichnet. Das Verhältnis der Uebersetzung des ersteren Transformators ist 2000 zu 20000 und des letzteren 2000 zu 200. R, R' sind Wasserwiderstände, deren Stromkreis durch die Taster k' und k'' unterbrochen werden kann. Ist die Maschine im Betriebe und die Taste k geöffnet, so entsteht ein Lichtbogen in der Funkenstrecke F. Sobald jedoch der Stromkreis der Sekundären des regulierenden Transformators geschlossen

Fig. 78.

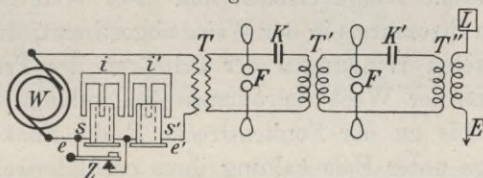


wird, kommt die Impedanz der Primärwindung zum Ausdruck. Dies bedingt eine Schwächung des Stromes in der Primären des oscillierenden Transformators und der Lichtbogen verlischt. Dies wird durch Niederdrücken des Zeichengebers K bewirkt und werden auch die Zeichen auf diese Weise hervorgerufen. Alle übrigen Teile sind ebenso wie in der folgenden Anordnung mit jener der Anordnung in Fig. 77 identisch.

Bei der den gleichen Zweck verfolgenden Anordnung in Fig. 79 sind in den Stromkreis der Wechselstrommaschine W ausser der Primären des Transformators T noch zwei Spulen S und S' eingeschaltet. Diese beiden Spulen haben Eisenkerne i, i', welche entweder gehoben oder gesenkt werden können, um hierdurch die Impedanz des Stromkreises nach Bedarf abzuändern. Die Spulen sind ausserdem auf die beiden Eisenplatten e, e' aufgesetzt. Der Eisenkern der Spule S' ist nun so bestimmt, dass den Primärkreis des Transformators T, selbst wenn sich die Funkenkugeln des Transformators T berühren, kein stärkerer Strom durchzufließen vermag, als dieser Transformator sicher vertragen kann. Der Eisenkern der zweiten Würge spule S wird ganz in

die Spule hineingesenkt, wodurch er den Durchgang des Stromes durch die Primäre von T gänzlich verhindert. Werden aber die Windungen dieser Spule durch den Zeichengeber Z kurz geschlossen, so geht der gesamte Strom über den Nebenschluss und durch die Primäre von T. Es ist auf diese Weise möglich, ohne den Stromkreis des Generators zu unterbrechen, elektrische Schwingungen im Sekundärkreis hervorzurufen und dieselben entweder direkt oder mittels Hilfe weiterer induzierter Stromkreise auf den Luftleiter zu übertragen, was eben davon abhängt, welche Spannung und welche Frequenz der Schwingungen verlangt wird. Der Kondensator besteht aus einer Anzahl von Steinzeuggefäßen, welche mit zweifach gekochtem Leinöl gefüllt

Fig. 79.



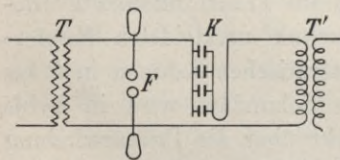
werden. In dieselben werden 20 Glasplatten von circa 40 cm<sup>2</sup>, die auf beiden Seiten auf circa 30 cm<sup>2</sup> mit Zinnfolie belegt sind, eingesetzt. 18 solcher Gefäße werden parallel geschaltet und beträgt deren Kapazität annähernd 1 Mikrofarad.

Um die besten Ergebnisse zu erzielen, müssen alle Stromkreise gegenseitig abgestimmt werden, was in folgender Weise bewerkstelligt wird. Die primäre Windung des Transformators T'' besteht aus einer Windung von mit Kautschuk umkleideten Kupferkabels, welches um einen runden oder quadratischen Rahmen in 7 bis 10 parallelen Windungen gelegt ist. Die Sekundäre wird in 8 bis 10 Windungen eines gleichen Kabels direkt über die Primärwindung gewunden. Der Kondensator K' ist nun in der Weise zu adjustieren, dass der aus dem Transformator und dem Kondensator gebildete Stromkreis eine natürliche Schwingungsperiode hat, welche jener des Luftleiters und des Sekundärkreises dieses Transformators T'' gleich ist. Zum Zweck dieser Abstimmung verwendet man ein Hitzdrahtvoltmeter mit einem Messbereich von 2 bis 5 Volt, dessen Enden mit einem Kupferkabel von 0,3 bis 0,6 m Länge verbunden werden. Dieses Kabel wird in den Stromkreis zwischen dem Luftdrahte und die Sekundäre des Transformators T'' bzw. T''' (Fig. 77 und 78) geschaltet. Werden nun in dem Luftleiter Schwingungen erregt, so bewirkt dies eine Erwärmung

des Hitzdrahtes, und hierdurch eine entsprechende Nadelablenkung. Die genaue Länge und Grösse des Kupferdrahtes, bei welcher das Voltmeter den grössten Ausschlag gibt, muss nun durch Versuche gefunden werden. Es zeigt sich nun, dass, wenn die Kapazität des Kondensators  $K'$  geändert wird, bei einer bestimmten Kapazität die Schwingungen im Luftleiter am kräftigsten werden, was sich durch einen entsprechenden Ausschlag des Hitzdrahtinstrumentes anzeigt. Ist dieser maximale Ausschlag erreicht, so sind auch die beiden Stromkreise gegenseitig abgestimmt. In der gleichen Weise kann der primäre Kreis mit dem sekundären durch Einschaltung einer Induktionsrolle mit veränderlicher Induktanz abgestimmt werden, indem letztere durch Versuche so lange abgeändert wird, bis der Funke zwischen den Funkenkugeln seine grösste Länge erreicht hat. Der erste Stromkreis wird mit dem zweiten Stromkreis in der Weise abgestimmt, dass die Zahl der parallel geschalteten Windungen der Primären des Transformators  $T$  und die Frequenz der Wechselstrommaschine so lange durch Versuche geändert wird, bis an der Funkenstrecke  $F$  die Funken die grösstmögliche Länge unter Beibehaltung ihres oscillatorischen Charakters erreichen. Die Frequenz der Wechselstrommaschine wird hierbei durch entsprechende Aenderung der Geschwindigkeit des Antriebsmotors variiert.

Der Zeichengeber  $Z$  für die Herstellung des Kurzschlusses der Würgespule, Fig. 79, wird am besten so ausgestaltet, dass die Unterbrechung desselben an mehreren Punkten (10 bis 12) gleichzeitig erfolgt,

Fig. 80.



damit der Unterbrechungsfunke sich in mehrere ungefährliche Funken verteilt, wobei die Unterbrechung womöglich in isolierendem Oele erfolgen soll.

Gelangt eine Anzahl von Kondensatoren zur Anwendung, so ist es von grosser Wichtigkeit, dass der Weg, welchen die Schwingungen jedes einzelnen dieser Kondensatoren zurück-

zulegen haben, für alle diese Kondensatoren stets der gleiche sei, was durch die in Fig. 80 vorgeführte Anordnung erreicht wird. Infolgedessen verlaufen alle diese Schwingungen gleichzeitig zur Funkenstrecke und haben auch alle die gleiche Frequenz.

V. Die verschiedenen neueren Formen der Wellenausstrahler oder Radiatoren. Die ausstrahlende Kraft eines einfachen Luftdrahtes (Fig. 81a), wie solcher ursprünglich für die Entsendung der Wellen in den Raum bzw. zum Auffangen der elektrischen

Wellen für den Empfang verwendet wurde, erwies sich für die grossen Entfernungen, auf welche noch drahtlos verkehrt werden wollte, als zu gering, und es musste daher auf eine Vergrösserung von deren Oberfläche Bedacht genommen werden, was ja auch dem Empfange zu Gute kommt, indem eine grössere Fläche von den einlangenden Wellen geschnitten wird. Flächen zu diesem Zwecke zu verwenden, erwies sich

Fig. 81.

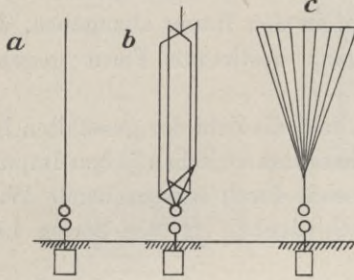
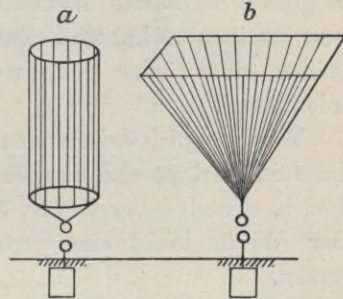


Fig. 82.



bei der grossen Höhe, auf welche die Radiatoren in die Luft ragen müssen, wegen des starken Winddruckes als unmöglich. Man ging daher daran, die Zahl der Drähte zu vermehren, indem man selbe durch einen gemeinsamen Draht der einen Funkenkugel zuführte. Die Fig. 81 b und c stellen zwei solcher Anordnungen dar, wie solche für mittlere Entfernungen zur Anwendung gelangen. In Fig. 82 a und b sind die neuesten Anordnungen der Wellenausstrahler oder Radiatoren zur Ansicht gebracht, welche für die Uebertragung auf sehr grosse Entfernungen bestimmt sind. Die Anordnung Fig. 82 b ist auf der Station Poole für den Verkehr über den Atlantischen Ozean in Verwendung.

Fig. 83.

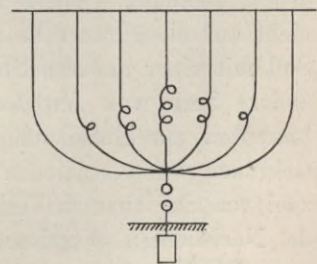


Fig. 83 stellt Flemings äquiperiodischen Radiator dar, bei welchem alle Drähte die gleiche Kapazität und Induktanz haben, so dass sie gleichmässig auf die Bildung der elektrischen Wellen einwirken. Die Vermehrung der Drähte bedingt jedoch nicht eine proportionale Erhöhung der Gesamtkapazität. Hundert Drähte haben nicht die hundertfache, sondern annähernd nur die zehnfache Kapazität eines einzigen Drahtes.

7. Das System einer abgestimmten Funkentelegraphie von Anders Bull. In eigenartiger und interessanter Weise sucht

Anders Bull eine gegenseitige Abstimmung zwischen Sender und Empfänger zu erreichen. Von der Erwägung ausgehend, dass eine absolute elektrische Abstimmung dormalen noch nicht möglich sei, verzichtet er auf eine solche gänzlich und bedient sich für die Lösung seiner Aufgabe rein mechanischer Mittel. Der Grundgedanke, von welchem er ausgeht, beruht auf der Erwägung, dass, wenn der Sender veranlasst wird, statt einfache Wellenimpulse zu entsenden, eine vorher genau bestimmte Anzahl dieser Impulse in gleichfalls vorher genau bestimmten kurzen Zeitabständen, in den Raum abzugeben, den Signalen eines jeden Senders eine ganz bestimmte Form gegeben werden kann.

Wird beispielsweise angenommen, dass die Zahl der gewählten Impulse fünf beträgt, und wird der Zwischenraum zwischen jedem Impulse mit  $a$ ,  $b$ ,  $c$  und  $d$  bezeichnet, so lässt sich durch entsprechende Wahl dieser Werte leicht eine grosse Verschiedenheit in den Serien hervorrufen.

Soll ein Punkt nach dem Morsealphabet von der Station A nach B übertragen werden, so werden hierfür fünf Wellenimpulse in den Zwischenzeiten  $a$ ,  $b$ ,  $c$  und  $d$  entsendet. Der für diese Intervalle abgestimmte Empfänger in B sammelt diese fünf Impulse und legt selbe als einen Punkt auf dem Morsestreifen nieder. Soll ein Strich übermittelt werden, so gelangt eine Folge solcher Reihen (2 bis 3) zur Entsendung, welche in dem Empfangsapparate wieder als eine Reihe einander unmittelbar folgender Punkte, sohin als Strich zum Ausdruck gelangen. Diese Serie kann von anderen Stationen, welche nicht auf diese Intervalle abgestimmt sind, nicht aufgenommen werden. Soll mit einer anderen Station C gesprochen werden, so gelangt eine andere Serie von Impulsen, deren Zwischenräume  $a^1$ ,  $b^1$ ,  $c^1$  und  $d^1$  betragen, zur Entsendung. Es lässt sich auf diese Weise durch den Gebrauch von verschieden geformten Serien mit einer beliebigen Anzahl von Stationen in Verkehr treten, ohne dass die übrigen Stationen die Nachrichten mitzulesen vermögen.

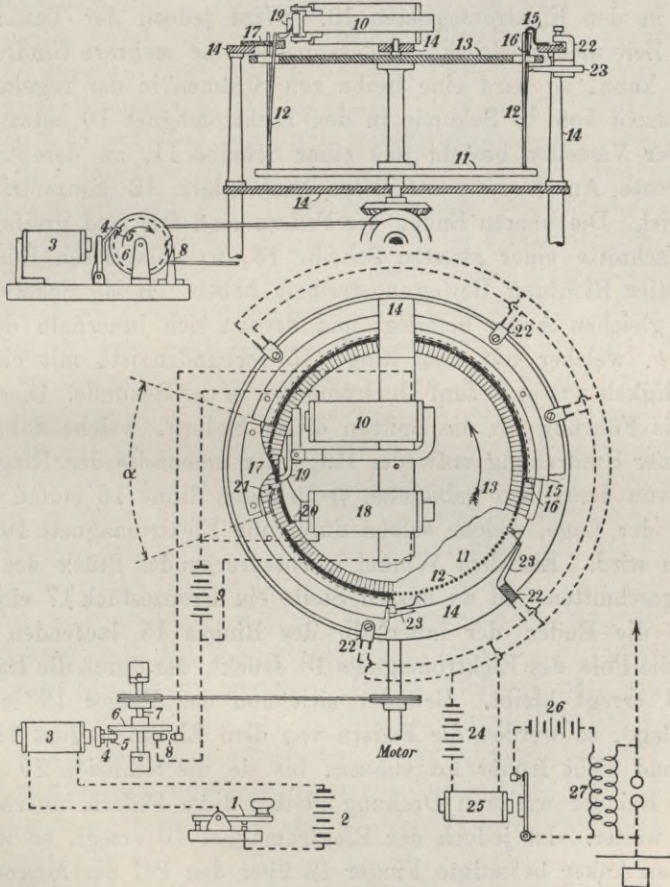
Die Umwandlung der Morsezeichen in Serien von Wellenimpulsen in der Sende- und umgekehrt die Aufnahme dieser Wellenimpulse und Umwandlung in Zeichen in der Empfangsstation erfolgt selbstthätig, durch zwei Instrumente, welche als Verteiler und Sammler bezeichnet werden. Die Entsendung der Zeichen erfolgt hierbei in der gewöhnlichen Weise durch Niederdrücken des Morseschlüssels in kurzen oder langen Perioden.

Fig. 84 stellt schematisch die Anordnung und den Stromlauf des



Senders dar. Wird die Taste 1 niedergedrückt, so durchläuft der Strom der Batterie 2 den Elektromagnet 3, welcher erregt wird und den Anker anzieht. Dieser Anker ist mit einem Haken 4 versehen, der die Hemmung für den Ansatz 5 der Scheibe 6 bildet. Letztere ruht lose auf der Achse 7, welche sich mit einer Geschwindigkeit von un-

Fig. 84.



gefähr fünf Umdrehungen in der Sekunde bewegt. Die Reibung zwischen der Achse 7 und der Scheibe 6 ist jedoch ausreichend, um selbe, wenn sie nicht gehemmt ist, mitzunehmen. Wird demnach der Anker des Elektromagneten 3 angezogen, und gibt der Haken 4 den Ansatz 5 frei, so dreht sich die Scheibe 6 mit der Achse 7. Bei jeder Umdrehung schliesst nun die Hemmung 5 die leitende Verbindung zwischen

den beiden Federkontakten 8 und hierdurch eine Batterie 9 für kurze Zeit, wodurch der am Rahmen des Verteilers befestigte Elektromagnet 10 erregt wird. Wird nun der Taster 1 nur für kurze Zeit niedergedrückt, also zu dem Zwecke, um einen Punkt zu entsenden, so legt sich der Haken 4, welcher hierbei die Hemmung 5 freigegeben hat, schon nach einer Umdrehung der Scheibe 6 wieder vor dieselbe und hemmt sie somit von neuem. Es gelangt sonach nur ein Stromimpuls in den Elektromagneten 10. Wird jedoch der Taster durch längere Zeit niedergedrückt, so dass die Scheibe mehrere Umdrehungen machen kann, so wird eine Reihe von Strömen in der regelmässigen Zwischenzeit von  $\frac{1}{5}$  Sekunde in den Elektromagnet 10 entsendet.

Der Verteiler besteht aus einer Scheibe 11, an deren Umfang eine grosse Anzahl von vertikalen Stahlfedern 12 konzentrisch befestigt ist. Die oberen Enden der Federn sind frei und greifen durch die Einschnitte einer zweiten Scheibe 13, so dass deren Enden nur in radialer Richtung Bewegungsfreiheit haben. Beide Scheiben sind an der gleichen Achse befestigt und drehen sich innerhalb des Rahmens 14, welcher mit dem Ringe 15 verbunden ist, mit einer Geschwindigkeit von etwa fünf Umdrehungen in der Sekunde. Dieser Ring dient als Führung für die Spitzen dieser Federn, welche daher während einer Umdrehung entweder längs der Innenseite des Ringes oder in der von demselben gebildeten  $\Pi$ -förmigen Rinne 16 laufen müssen, je nach der Lage, welche selben durch die Elektromagnete 10 und 18 gegeben wird. Ein dem Winkel  $\alpha$  entsprechendes Stück des Ringes ist ausgeschnitten und an dessen Stelle ein Bronzestück 17 eingesetzt, welches die Enden der innerhalb des Ringes 15 laufenden Federn gegen die Pole des Elektromagnets 18 drückt, der durch die Batterie 9 dauernd erregt bleibt. Befindet sich nun der Finger 19 in seiner Normallage, so werden die Federn von dem Elektromagnet 18 angezogen und nicht früher losgelassen, bis sie die Schneide 20 passiert haben. Bei der weiteren Drehung gleiten diese Federn innerhalb des Ringes weiter. Ist jedoch der Elektromagnet 10 erregt, so wird der an dessen Anker befestigte Finger 19 über den Pol des Magneten 18 geschoben, die Federn gleiten über den Finger und werden durch denselben in die  $\Pi$ -förmige Rinne gedrängt, in welcher sich selbe während einer ganzen Umdrehung der Scheibe bewegen.

An dem Umfange des Verteilers ist eine Anzahl von Kontakten 22 angebracht, die aus zwei voneinander isolierten Federn 23 bestehen, und durch Schrauben in jedem beliebigen Abstände voneinander an dem Rahmen befestigt werden können. Diese Kontaktfedern sind nun

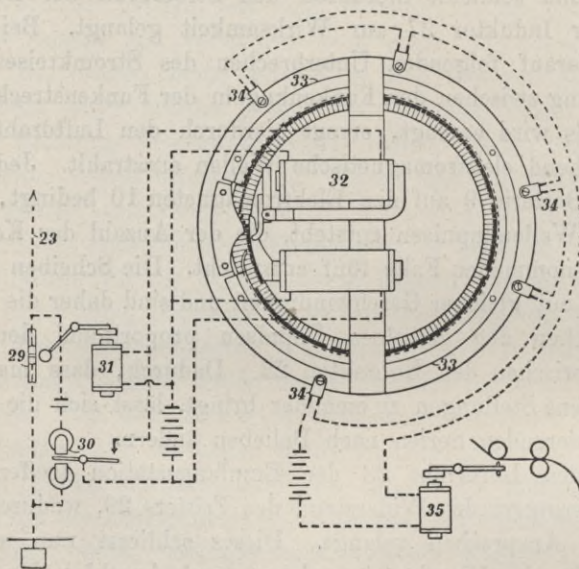
so angeordnet, dass sie von den stählernen Federn so lange nicht berührt werden können, als letztere innerhalb des Ringes 15 gleiten. Sobald letztere aber in der Rinne 16 laufen, so treffen sie die Kontakte und drücken deren Federn zusammen. Es bleiben sonach, wenn der Elektromagnet 10 nicht erregt ist, alle Kontakte 22 offen. Wenn dagegen ein kurzer Stromstoss durch die Windungen dieses Elektromagneten geht, wird eine Feder in die Rinne 16 gebracht, welche nacheinander beim Vorbeigleiten jeden Kontakt schliesst und hierdurch jedesmal einen Strom aus der Batterie 24 in den Unterbrechungselektromagneten 25 entsendet. Der Anker desselben wird angezogen und schliesst hierdurch den Stromkreis der Batterie 26, wodurch der Induktor 27 zur Wirksamkeit gelangt. Bei dem unmittelbar hierauf folgenden Unterbrechen des Stromkreises entsteht eine Entladung zwischen den Funkenkugeln der Funkenstrecke und ein Wellenimpuls wird erzeugt, erregt hierdurch den Luftdraht, welcher dementsprechend elektromagnetische Wellen ausstrahlt. Jeder Stromimpuls der Batterie 9 auf den Elektromagneten 10 bedingt, dass eine Anzahl von Wellenimpulsen entsteht, die der Anzahl der Kontakte 22 in dem angenommenen Falle fünf entspricht. Die Scheiben 11 und 12 drehen sich mit gleicher Geschwindigkeit und sind daher die Zwischenzeiten zwischen den einzelnen Impulsen proportional den Winkelabständen zwischen den Kontakten 22. Dadurch, dass man letztere in verschiedene Stellungen zu einander bringt, lässt sich die Form der zu telegraphierenden Serien nach Belieben ändern.

Eine den Luftdraht 23 der Empfangsstation treffende Welle (Fig. 85) verringert den Widerstand des Fritters 29, wodurch das Relais 30 zum Ansprechen gelangt. Dieses schliesst nun wieder den Stromkreis für den Klopfer 31, welcher durch Anschlag den Fritter 29 wieder sofort in dessen ursprünglichen, wenig leitenden Zustand zurückbringt. Gleichzeitig wird aber auch ein Stromimpuls durch die Windungen des Sammelelektromagneten 32, welcher zum Klopfer im Nebenschluss liegt, geleitet.

Der Kollektor des Sammlers ist nun in ganz gleicher Weise eingerichtet wie der Verteiler und wird daher durch jeden einlangenden Wellenimpuls eine der Federn in die  $\eta$ -förmige Rinne gebracht. Nachdem nun die Scheiben des Verteilers und Sammlers nahezu synchronen Lauf haben, werden, wenn durch den Verteiler fünf Wellenimpulse, wie angenommen, entsendet wurden, fünf Federn des Sammlers in den entsprechenden Abständen voneinander in die Rinne gebracht. Da nun die Zeitabstände zwischen den einzelnen ausgesendeten Wellenimpulsen

proportional zu den Winkelabständen der Kontakte am Verteiler sind, gelangen auch am Sammler des Empfängers die Federn in den entsprechenden Abständen in die Rinne. Um den Rahmen des Sammlers sind gleichfalls fünf Kontakte 34 in derselben Anzahl und in denselben Abständen wie beim Verteiler angeordnet und es müssen sohin die fünf in der Rinne laufenden Federn die fünf Kontakte gleichzeitig berühren. Diese fünf Kontakte sind nun so in Reihe miteinander verbunden, dass der Strom den Morseapparat nicht eher durchfließen kann, als wenn sämtliche Kontakte gleichzeitig geschlossen sind.

Fig. 85.



Die fünf Wellenimpulse, welche bei einer Umdrehung der Scheiben das Eintreten von fünf Federn hintereinander in die Rinne bedingen, können daher nur einen Stromimpuls wiedergeben. Dieser Stromimpuls fließt dann durch den Morseapparat und wird als ein Punkt auf dem Morsestreifen verzeichnet. Eine Reihe von Punkten in regelmässigen Abständen voneinander stellt sodann einen Strich dar. Dagegen vermögen Serien einer anderen Form, als diejenige, auf welche der Sammler eingestellt ist, einen gleichzeitigen Schluss der fünf Kontakte nicht herzustellen und können daher auch von dem Morseapparat nicht verzeichnet werden.

Fig. 86 zeigt eine Abbildung der für die Versuche in Verwendung genommenen Instrumente. Der Verteiler oder Zerstreuer und

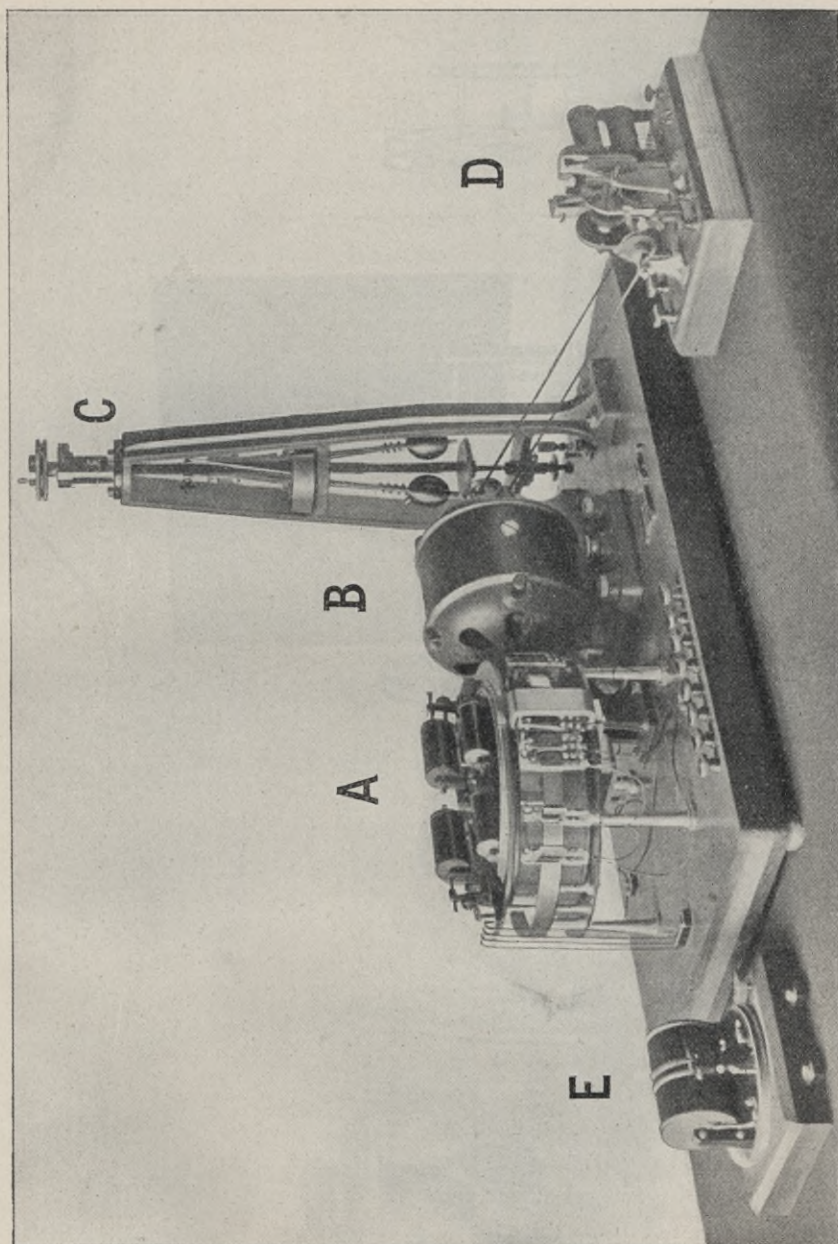


Fig. 86.

der Sammler sind hier zu einem einzigen Apparate A vereinigt. Die eine Hälfte desselben dient der Entsendung, die andere Hälfte der Aufnahme von Nachrichten. Dieser Apparat ist mit einem kleinen

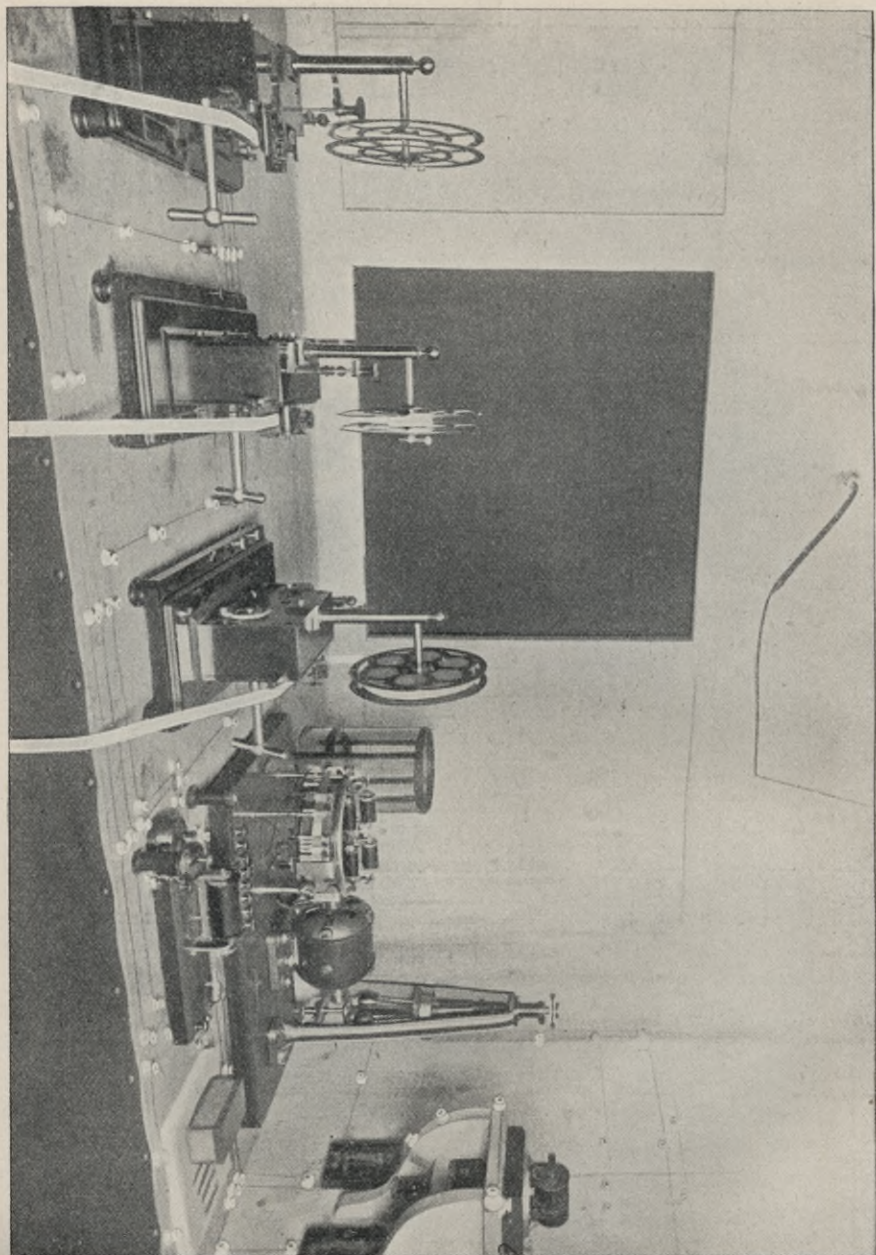


Fig. 87.

Elektromotor B gekuppelt, dessen Umfangsgeschwindigkeit durch einen Bremsregulator der Siemens-Halske-Type C geregelt wird.

Die die Stahlfedern tragende Scheibe macht ungefähr eine Umdrehung in der Sekunde. Die Anzahl der auf dieser Scheibe befestigten Stahlfedern beträgt 400. D ist das in Fig. 84 mit 3 bezeichnete Relais in Verbindung mit der Scheibe 6 und den übrigen hierzu gehörigen Teilen, E ist ein Relais, welches ein sehr rasches Arbeiten ermöglicht und zu diesem Zwecke mit einer möglichst leichten Armatur und laminierten Eisenkernen versehen ist. Dasselbe arbeitet bei einem Strome von 0,1 Milliampère noch ganz gut.

Für die Versuche konnte nur eine Sende- und eine Empfangsstation gebaut werden, doch wurde der Verteiler mit drei Sätzen von Kontakten 22 ausgerüstet, deren jede, durch einen passenden Schalter, mit dem Unterbrecher 25 in Verbindung gesetzt werden konnte. Mit ein und demselben Taster konnten daher Serien von drei verschiedenen Formen entsendet werden. In der Empfangsstation wurde der Empfänger gleichfalls mit drei verschiedenen Kontaktsätzen ausgerüstet, deren jeder mit einem besonderen Morseapparat in Verbindung stand. Diese Sätze waren so eingerichtet, dass sie mit den drei verschiedenen Serien, welche von der Sendestation entsendet werden konnten, übereinstimmten. Die komplette Empfangsstation ist in Fig. 87 zur Ansicht gebracht. Die Anzahl der Impulse war in diesem Falle nur drei. Wie die Versuche ergaben, konnte mit dieser Einrichtung nach Belieben mit einer der drei kombinierten Empfangsstationen gesprochen werden, wobei auf den beiden anderen Empfangsapparaten keine Zeichen erschienen.

Bei den einschlägigen Versuchen, die sich bei Verwendung eines sehr schwachen Induktoriums bloss auf annähernd 300 m Entfernung erstreckten, wurden bis zu 50 Zeichen in der Minute übermittelt, wodurch sich auch der Einwurf eines langsamen Arbeitens von selbst widerlegt.

Ist nun auch hierdurch eine gegenseitige Abstimmung zwischen den nach diesem Systeme gegenseitig abgestimmten Stationen gesichert, so lässt es sich doch nicht leugnen, dass die Aufnahme einer derartigen Nachricht durch eine andere nicht abgestimmte funkentelegraphische Station möglich ist. Dies wurde auch von Bull erkannt und schlägt derselbe zwei Wege vor, um dies zu verhindern. Einer dieser Wege ist der, die Zeit zwischen den einzelnen Impulsen einer Serie so gross zu wählen, dass diese Serien länger werden als die einzelnen Intervalle zwischen den Serien, welche in ununterbrochener Folge entsendet werden, wenn ein Strich gegeben werden will.

Die einzelnen Serien müssen sich hierbei gegenseitig überspringen und machen die Aufnahme, wie dies gezeigt wurde, dann unlesbar, wenn die Zeichen in der gewöhnlichen Weise aufgenommen werden wollen. Der andere Weg zur Hintanhaltung des Aufnehmens einer derartigen Nachricht durch eine nicht abgestimmte Station besteht darin, nur kurze Serien zu verwenden und in den Zwischenzeiten, zwischen den einzelnen Strichen und Punkten, eine Serie von Impulsen, die mit den natürlichen Impulsen zwar Aehnlichkeit haben, aber den Empfänger nicht zum Ansprechen bringen können, zu entsenden. Dies kann durch eine sehr einfache selbstthätig wirkende Einrichtung erzielt werden. In diesem Falle wird ein gewöhnlicher Empfänger eine ununterbrochene Reihe von Punkten aufnehmen, die sich nicht entziffern lassen.

Eine Bedingung für das gute Wirken dieser Einrichtung ist, dass die Verteilerscheibe des Senders und die Sammlerscheibe des Empfängers nahezu synchron laufen. Ein vollkommener Synchronismus ist jedoch, wie wohl wünschenswert, wie dies der Erfinder in eingehender Weise nachweist, nicht absolut notwendig und vermag eine Geschwindigkeitsänderung bis zu  $\pm 2\%$  noch keinen nachteiligen Einfluss auszuüben. Da nun die Aufrechthaltung einer solchen Gleichförmigkeit der Bewegung dieser beiden Scheiben, mit gestatteten Geschwindigkeitsänderungen innerhalb der angegebenen Grenzen, keine Schwierigkeit bietet, so ist die praktische Durchführungsmöglichkeit dieser Art der abgestimmten Telegraphie ausser Zweifel gestellt.

Die Geschwindigkeit der Uebertragung kann noch dadurch gesteigert werden, dass man die erwähnten beiden Scheiben schneller rotieren lässt.

Bei der in Gegenwart zahlreicher Zeugen erfolgten Vorführung dieses Systemes wurde eine Reihe langer Depeschen entsendet, ohne dass ein Fehler zu verzeichnen war.

8. Die Einrichtungen von M. Blondel, um Schiffen die Annäherung an das Ufer zu signalisieren. Bei diesen Einrichtungen wird vorausgesetzt, dass sich längs der Küste eine Reihe von signalisierenden Stationen befinden, welche ununterbrochen rhythmische Signale, gleich solchen wie die Sirenen, entsenden. Auf den Schiffen befinden sich Empfangsapparate, welche die von diesen Stationen, oder von anderen Schiffen, welche in entgegengesetzter Richtung fahren, entsendeten Signale aufnehmen, dieselben voneinander unterscheiden und auch in roher Weise die Entfernung zu schätzen gestatten. Der Hauptgegenstand dieser Erfindung beruht auf der Anwendung elek-



trischer Signale, welche durch Hertz'sche Wellen erregt werden, an Stelle von akustischen oder optischen Signalen.

Das System beruht auf der Ausnutzung eines Prozesses der Synchronisierung, in welchem die passende Frequenz der elektrischen Schwingungen im Sender und Empfänger voneinander gegenseitig unabhängig ist, und ganz willkürlich und unabhängig von den Luftdrähten gewählt werden kann. Es gelangen demnach zwei künstliche Frequenzen zur Anwendung, deren eine durch die Anzahl der Ladungen des Oscillators durch die Stromquelle, und die andere durch die entsprechende Schwingungsperiode eines mechanischen Vibrators, der durch die elektrischen Wellen bethätigt wird, gegeben ist.

Um dies näher zu erklären, seien die beiden Fig. 88 und 89 zu Hilfe genommen. In denselben bedeuten die unteren Kurven die von dem Sender entsendeten Wellen, während die oberen Kurven die von

Fig. 88.

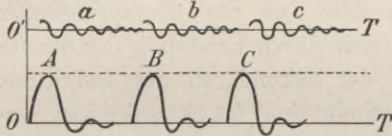
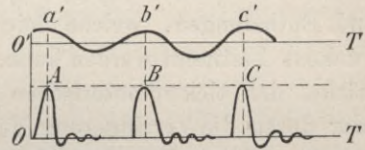


Fig. 89.



dem Empfänger aufgenommenen Wellen oder, besser gesagt, die in demselben erregten Schwingungen darstellen. In diesen Figuren stellen die Abscissen die Zeit und die Ordinaten die Intensität der elektrischen Wellen dar. Wie sich nun aus der Darstellung ergibt, beginnen die Schwingungen A, B und C mit jeder Ladung des Oscillators und dämpfen sich sehr rasch ab, so dass deren Intensität bald auf Null sinkt. Hingegen zeigen die im Empfänger erregten Wellen eine mehr gleichmässige Form. Jede Gruppe der entsendeten Wellen ruft nun in dem Empfänger die geeigneten Schwingungen hervor, welche im Verhältnis zu den Zwischenräumen der entsendeten Wellen sehr kurz sind. So beträgt deren Schwingungsdauer ein Millionstel einer Sekunde, während die Frequenz der durch die periodische Ladung hervorgerufenen Schwingungen nahe einem Zehntel einer Sekunde entspricht.

Anstatt nun, wie dies zumeist angestrebt wird, eine gegenseitige Abstimmung zwischen dem Sende- und Empfangsdrahte zu erzielen, arbeitet Blondel in der Weise, dass er die Zwischenzeiten zwischen dem Vergehen und Entstehen der einzelnen Wellenimpulse genau reguliert, und einen Empfangsapparat wählt, welcher im Einklange mit der Anzahl der in einer bestimmten Zeit entsendeten Wellengruppen

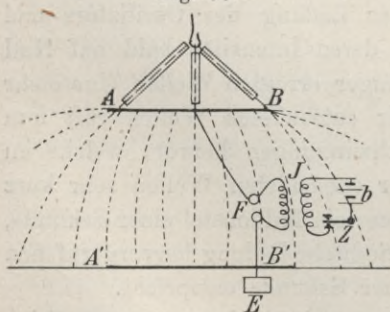
mechanisch vibriert. Es wird die Induktionsrolle, welche dem Oscillator die elektrische Energie zuführt, so eingerichtet, dass letzterer etwa 100mal in der Sekunde geladen und entladen wird. Der Empfang wird durch einen vibrierenden Empfänger (Monotelephon oder vibrierendes Relais) bewerkstelligt, welcher nur die Frequenz von 100 per Sekunde aufzunehmen und gleichzeitig zu verstärken vermag. In Fig. 88 ist diese neue Art der Herstellung des Synchronismus zwischen den reinen Schwingungen a, b, c der Telephonmembrane und der regelmässigen Ladung des Oscillators diagrammatisch dargestellt.

Die Einrichtung der Sendeapparate weicht hierbei von den gewöhnlich gebräuchlichen Einrichtungen nicht ab und wird nur die Anzahl der Ladungen und Entladungen des Kondensators durch eine entsprechende Einrichtung zum Schliessen und Oeffnen des Ladestromkreises reguliert, wobei sowohl ein gewöhnlicher Hammerunterbrecher, als ein motorisch angetriebener oder auch ein elektrolytischer Unterbrecher zur Anwendung gelangen kann. Die Frequenz dieser Ladungen und Entladungen, welche leicht aus dem Ton des überspringenden Funkens bestimmt werden kann, lässt sich durch Erhöhung der Stromstärke, der elektromotorischen Kraft der Sekundären des Induktors, oder durch die Verringerung der Selbstinduktion des Stromkreises vergrössern. Diese Frequenz bleibt aber, wenn einmal eingestellt, immer konstant.

Hierdurch erhält man mit Leichtigkeit die gewünschte Frequenz für eine gegebene Ladung und ist es sowohl für diesen Zweck, als auch für den Empfang der Signale durch ein Telephon notwendig, diese Frequenz innerhalb jener Grenzen festzuhalten, bei welchen noch ein wahrnehmbarer Ton entsteht.

Um nun die zu entsendenden Wellen zu verstärken, und so bessere Ergebnisse für den Empfang zu erreichen, wird der vertikale Leiter durch einen grossen Kondensator A B, A' B' (Fig. 90) ersetzt, wobei die Platte A' B' auf der Erde ruht. Wird nun dieser Kondensator durch die Sekundäre des Induktoriums J geladen, so entsteht zwischen diesen beiden Platten des Kondensators ein konzentriertes elektrisches Kraftfeld. Sobald der Funke des Oscillators übersprungen ist, verschwindet das elektrische Feld, und gibt Anlass zur Entstehung

Fig. 90.



bei die Platte A' B' auf der Erde ruht. Wird nun dieser Kondensator durch die Sekundäre des Induktoriums J geladen, so entsteht zwischen diesen beiden Platten des Kondensators ein konzentriertes elektrisches Kraftfeld. Sobald der Funke des Oscillators übersprungen ist, verschwindet das elektrische Feld, und gibt Anlass zur Entstehung

von konzentrischen, kreisförmigen, elektromagnetischen Wellen, die sich über die Bodenfläche, vom Kondensator ausgehend, verbreiten. Die obere Platte des Kondensators ist selbstredend vollständig isoliert aufgehängt. Vorteilhaft ist es, wenn die Luft zwischen den beiden Platten durch ein anderes Dielektrikum wie Paraffin etc. ersetzt wird.

Diese Anordnung gestattet viel grössere elektrische Mengen anzuwenden, als dies bei senkrechten Luftdrähten möglich ist, weil hier dem Kondensator eine sehr grosse Kapazität gegeben werden kann, was durch die geringe Entfernung der beiden Platten, die einige Meter nicht übersteigt, bedingt wird. Eine weitere Verbesserung lässt sich in der Weise durchführen, dass an Stelle der von dem Oscillator zu dem Kondensator abgehenden Drähte, grosse Metallcylinder oder Konuse verwendet werden, welche direkt mit den Kondensatorplatten verbunden sind, wobei die Funkenkugeln gänzlich beseitigt werden und der Funke direkt zwischen diesen Cylindern oder Konusen überspringt. Es bildet der Oscillator auf diese Weise einen Teil des Kondensators selbst. Durch diese Anordnung wird jede Selbstinduktion gänzlich beseitigt, und die Dauer der einer bestimmten Ladung entsprechenden Schwingungen wesentlich verkürzt. Im Gegensatze hierzu besitzt der von Marconi verwendete Luftdraht stets eine grosse Selbstinduktion, welche mit der Erhöhung desselben im Verhältnisse anwächst, und so die Schnelligkeit der Schwingungen, welche sich so vorteilhaft für die Erregung im Empfangsdrahte erweist, weiter verringert.

Entsprechend den kurzen Wellen, welche bei diesem Verfahren erzeugt werden, und der geringen Höhe des Kondensators, lässt sich letzterer ohne Schwierigkeit von einem cylindrischen Metallreflektor von nur wenigen Meter Höhe umgeben, wodurch die entstehenden elektrischen Wellen konzentriert und in eine bestimmte Richtung gelenkt werden können. Die Wellen grosser Länge, wie solche von Marconi entsendet werden, machen die Anwendung eines Reflektors hingegen ganz unmöglich.

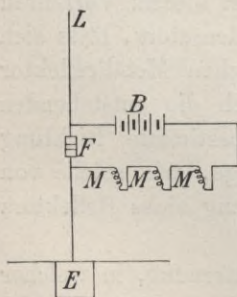
Diese Anordnung gestattet nun auch die Entfernung, in welcher sich die signalisierende Stelle befindet, annähernd zu schätzen, und wird es durch die nachstehend zu beschreibende Anordnung dem Signalisierenden auch möglich, die Entfernung von der Uebertragungsstation annähernd bekannt zu geben. Zu diesem Zwecke werden auf die rotierende Achse der Kontaktscheibe des selbstthätigen Stromschliessers und Unterbrechers mehrere, weitere mit Daumen versehene Scheiben aufgesetzt, welche auf entsprechende Hebel einwirken, durch welche Widerstände in den primären Stromkreis zu dem Zwecke ein-

geschaltet werden, die Spannung der Batterie herabzumindern, und zwar erfolgt diese in der Weise, dass das Potential des Oscillators zu Beginn jedes Signales ein Maximum ist und dann schrittweise abnimmt. Zu gleicher Zeit wirkt ein anderer Daumen auf einen Hebel, welcher durch eine entsprechende Anordnung die Funkenkugeln einander nähert. Infolgedessen wird jedes Signal zu Beginn eine maximale Amplitude aufweisen, sodann in der Amplitude abnehmen, um sodann plötzlich zu verschwinden. Der Schiffer hört demnach, da die folgenden Impulse zu schwach sind, bei grosser Entfernung nur sehr kurze Signale, die sich mit Annäherung immer verlängern, ohne dass der Charakter der Gruppierung hierdurch irgend eine Aenderung erfährt.

Durch die vorher experimentell festgestellte Beziehung zwischen der Dauer des Signales und der Entfernung ist der Schiffer nun leicht in der Lage, die Entfernung in der praktischen Anwendung schätzen zu können. Zur Vereinfachung der Einrichtung kann die Aenderung der Spannung zwischen den Funkenkugeln auf zwei oder drei Werte für jedes Signal herabgemindert werden. In ähnlicher Weise kann auch die Annäherung an die Station durch eine oder zwei Ergänzungsimpulse mit niedererem Potentiale bekannt gegeben werden.

Die Trennung der von verschiedenen Sendestationen einlangenden Signale in der Empfangsstation wird durch Anwendung von Empfängern erreicht, welche die Eigenschaften der für Hertz'sche Wellen empfindlichen Empfänger mit jenen der von Mercadier für die Mehrfachtelegraphie verwendeten Apparaten vereinigen. Zum Aufnehmen der Wellen wird ein sich selbst regenerierender Fritter, wie der Kohlenfritter von Tommasina, verwendet. Derselbe steht, wie Fig. 91 zeigt, einestheils mit dem Luftdraht, andernteils mit der Erde in Verbindung. Von den beiden Enden dieses Fritters wird ein Stromkreis abzweigigt, in welchen eine Batterie B und eine

Fig. 91.



Anzahl der Mercadier'schen Monotelephone M in Serie eingeschaltet ist. Diese Monotelephone, deren Diaphragmen in einer Weise angeordnet sind, dass selbe nur auf einen genau bestimmten Ton anzusprechen vermögen, sind nun auf die verschiedenen Frequenzen der entsendeten Signale so abgestimmt, dass jedes derselben nur auf die von einer bestimmten Sendestelle entsendeten Wellen anspricht. An Stelle der Monotelephone können auch schwingende Relais, wie solche von

Evershed, Lodge und Cauro u. a. angegeben wurden, deren jedes auf eine bestimmte, von den anderen deutlich unterschiedene Frequenz abgestimmt ist, angewendet werden.

9. Das System der abgestimmten Funkentelegraphie von Nicola Tesla. Ein Schwingungskreis, welcher derart genau abgestimmt ist, dass er ausschliesslich auf Schwingungen einer Periode anspricht, wird dennoch von höheren, aber mehr noch von niederen harmonischen Schwingungen beeinflusst. Bei Schwingungen von sehr hoher Frequenz ist die Zahl der wirksamen harmonischen Schwingungen gross genug, um den Empfänger zum Mitschwingen anzuregen, so dass die Abstimmung auf Schwingungen einer bestimmten Periode zum mindesten zweifelhaft ist. Soll demnach die Geheimhaltung der zu übermittelnden Nachrichten absolut gesichert sein, so gelangt man auf die angegebene Art und Weise nicht zu dem gewünschten Ergebnisse.

Mit den neuesten Einrichtungen von Tesla soll nun eine grössere Anzahl gebender und empfangender Stationen unabhängig voneinander und ohne Gefahr der gegenseitigen Störungen zu gleichzeitigem Arbeiten befähigt werden. Dieses neue System ist auf dem Grundsatz aufgebaut, dass von der Sendestation zwei oder mehr Arten von Impulsen oder Schwingungen verschiedener Wellenlängen erzeugt werden, welche auf einen entfernten Empfänger einwirken, der zwei oder mehr Schwingungskreise umfasst. Jeder dieser Schwingungskreise spricht nur auf Schwingungen bestimmter Wellenlänge an, und sind die einzelnen Schwingungskreise so angeordnet, dass der Empfangsapparat nur bei gleichzeitigem Zusammenwirken aller Impulse zum Ansprechen gelangen kann.

Kommen statt des bisherigen einen Impulses nur zwei Serien von Impulsen zum Ingangsetzen des Empfängers zur Anwendung, so ist nach Tesla ein Schutz gegen Störungen durch andere Quellen bereits in so ausreichendem Masse gewährleistet, dass die Zeichenvermittlung ungestört erfolgen kann und die Geheimhaltung der Nachrichten vollkommen gesichert ist. Man wird daher nur in Ausnahmefällen eine grössere Anzahl von Schwingungen verschiedenen Charakters benutzen und dadurch einen vollkommenen Schutz gegen gegenseitige Beeinflussung erreichen, indem die Anzahl der Kombinationen eine so grosse ist, dass nur bei Kenntnis der gewählten Kombination des Senders die Einstellung des Empfängers möglich wird. Der Schutz des Empfängers gegen die Aufnahme von Nachrichten, welche von anderen Stationen ausgehen und nicht für sie bestimmt sind, kann

noch durch eine verständige Auswahl der zusammenwirkenden Impulse und der Reihenfolge in deren Erzeugung vergrössert werden.

In den Fig. 92 und 93 ist je eine Sende- und eine Empfangsstation mit nur je zwei Sende- bzw. Empfangskreisen dargestellt.  $S^1$  und  $S^2$  in Fig. 92 sind spiralförmig gewundene Drähte, welche

Fig. 92.

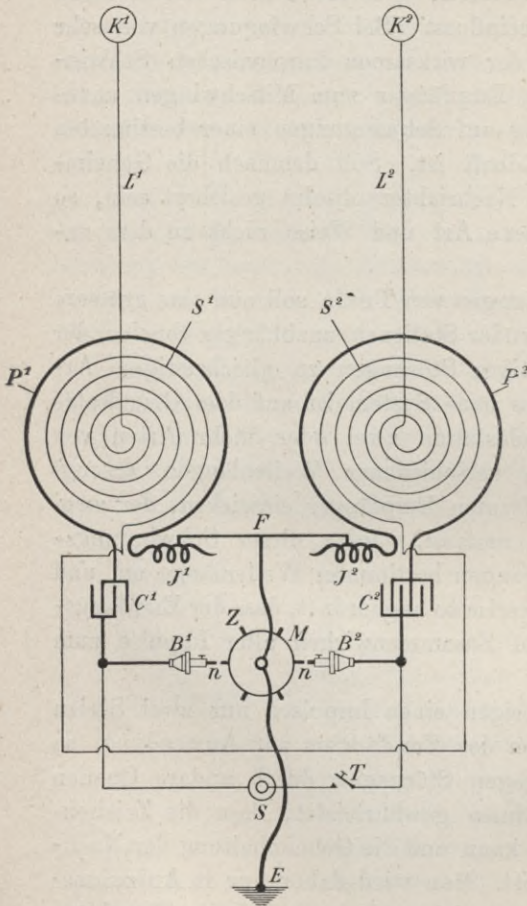
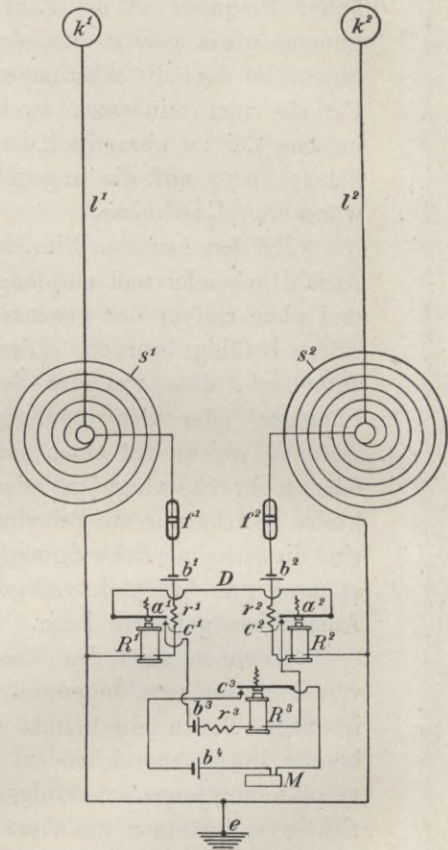


Fig. 93.



mit ihrem inneren Ende mit dem Luftleiter  $L^1$  und  $L^2$  verbunden sind. Diese Luftdrähte tragen an ihren oberen Enden je eine Fläche  $K^1$  und  $K^2$  von sehr grosser Kapazität. Die äusseren Enden dieser Spiralen sind an die Erde  $E$  gelegt. Die beiden Schwingungssysteme  $K^1S^1E$  und  $K^2S^2E$  haben verschiedene Schwingungsperioden und sind so eingerichtet, dass der Schwingungsbauch bei  $K^1$  und  $K^2$  liegt.

Die Schwingungen werden diesen Drahtspiralen durch die beiden sehr nahe um sie gelegten Primärspulen  $P^1$  und  $P^2$  aufgezungen. In die Primärkreise sind regulierbare Induktanzrollen  $I^1$  und  $I^2$  und Kapazitäten  $C^1$  und  $C^2$  eingeschaltet, welche eine genaue Regelung der Schwingungsperiode ermöglichen. An die Kapazitäten  $C^1$  und  $C^2$  anschliessend befinden sich die zwei Bürstenhalter  $B^1$  und  $B^2$ , in welche die elastischen Stäbchen oder Bürsten  $n$  eingesetzt sind. Zwischen diesen beiden Bürsten liegt die gezahnte Scheibe  $M$ , die um eine Achse drehbar ist. Diese Scheibe ist einerseits mit dem Leiter  $F$ , andererseits mit der Erde  $E$  verbunden. Wird diese Scheibe in Drehung versetzt, so treten deren Zähne  $Z$  in regelmässig wiederkehrenden Zeiträumen mit den Bürsten  $n$  in leitende Verbindung. Ist dieses der Fall, so werden die beiden Kondensatoren  $C^1$  und  $C^2$  entladen, und hiedurch, da zwei primäre Schwingungskreise vorhanden sind, die beiden sekundären Systeme in Schwingungen versetzt. Diese Entladungen der beiden Kondensatoren, welche von der Stromquelle  $S$  von sehr hohem Potentiale geladen werden, erfolgen, da die Scheibe  $M$  sich mit grosser Geschwindigkeit dreht, sehr rasch hintereinander, wodurch sich die beiden ausstrahlenden Schwingungssysteme in fast unterbrochener Schwingung befinden. Die Kapazität der beiden Kondensatoren  $C^1$  und  $C^2$  ist nun eine solche, dass, wenn die Induktanzrollen  $I^1$  und  $I^2$  entsprechend abgeglichen sind, jeder Primärkreis in enger Resonanz zu seinem Sekundärkreis steht.

Die beiden Bürstenhalter lassen sich zu den Zähnen der Scheibe so einstellen, dass die Entladungen der beiden Kondensatoren entweder gleichzeitig oder in genau bestimmten kleinen Zwischenzeiten erfolgen und die Einwirkung der Wellen auf den Empfänger entweder gleichzeitig oder nahezu gleichzeitig ist. In der Empfangsstelle sind gleichfalls zwei ähnliche Schwingungssysteme  $k^1s^1e$  und  $k^2s^2e$  angeordnet. Jedes dieser Schwingungssysteme ist auf das entsprechende Schwingungssystem des Senders so abgestimmt, dass es nur auf dessen Schwingungen, bzw. auf die von demselben entsendeten Wellen anspricht. Parallel zu jeder Empfangsspirale ist ein Lokalstromkreis angeschlossen, in welchem ein Wellenanzeiger  $f^1$  und  $f^2$ , eine Lokalbatterie  $b^1$  und  $b^2$ , ein regulierbarer Widerstand  $r^1$  und  $r^2$  und ein empfindliches Relais  $R^1$  und  $R^2$  in Reihe geschaltet sind. Die Anker  $a^1$  und  $a^2$  der Relais  $R^1$  und  $R^2$  sind durch einen Draht  $D$  verbunden. Sind die beiden Anker gleichzeitig angezogen, so stellen sie bei  $c^1$  und  $c^2$  Kontakte her und schliessen den Stromkreis der Batterie  $b^3$  und bringen hiedurch das Relais  $R^3$  zum Ansprechen. Dies kann aber

nur dann der Fall sein, wenn die Kontakte  $c^1$  und  $c^2$  gleichzeitig geschlossen sind. Durch das Relais  $R^3$  wird schliesslich der Schreibapparat  $M$  in Thätigkeit gesetzt.

Das Zusammenwirken der Apparate ist nun folgendes:

Wird zum Zwecke der Sendung der Stromkreis der Quelle  $S$  geschlossen, was durch Niederdrücken eines gewöhnlichen Morsetasters  $T$  geschieht, so laden sich die beiden Kondensatoren  $C^1$  und  $C^2$  und findet deren Entladung über die durch die Zähne  $Z$  der Scheibe  $M$  und die Bürsten  $n$  gebildeten Funkenstrecke statt. Hiedurch werden die beiden Primärkreise  $P^1, C^1, B^1, n, M, F, J^1$  und  $P^2, C^2, B^2, n, M, F, J^2$  in Schwingungen versetzt, welche wieder die genau abgestimmten Sekundärkreise  $K^1, S^1, E$  und  $K^2, S^2, E$  in Schwingung bringen, wodurch die Luftleiter  $L^1$  und  $L^2$  und deren Kapazitätsflächen  $K^1$  und  $K^2$  zwei Serien voneinander verschiedener elektromagnetischer Wellen in den Raum ausstrahlen. Treffen nun diese Wellen die Luftleiter  $l^1$  und  $l^2$  der beiden Schwingungskreise  $k^1s^1e$  und  $k^2s^2e$  der Empfangsstation, so rufen sie in diesen beiden Schwingungskreisen elektrische Schwingungen hervor, welche die Fritter  $f^1$  und  $f^2$  zum Fritten bringen, wodurch der Lokalkreis der beiden Batterien  $b^1$  und  $b^2$  geschlossen wird. Die Anker  $a^1$  und  $a^2$  der beiden Relais  $R^1$  und  $R^2$  schliessen die Kontakte bei  $c^1$  und  $c^2$  und hiedurch den Stromkreis der Batterie  $b^3$ , welche das Relais  $R^3$  und dieses wieder den Morseapparat  $M$  zum Ansprechen bringt.

Da nun der Sendekreis  $K^1L^1S^1E$  nur auf den Empfangskreis  $k^1l^1s^1e$  und der Sendekreis  $K^2L^2S^2E$  nur auf den Empfangskreis  $k^2l^2s^2e$  abgestimmt ist, kann insbesondere dann, wenn die Differenz in den Wellenlängen entsprechend gewählt wurde, jeder Empfangskreis nur von den Wellen des zugehörigen Sendekreises erregt werden. Ein gleichzeitiger Schluss der beiden Lokalkreise der Batterien  $b^1$  und  $b^2$  ist daher nur dann möglich, wenn von beiden Sendekreisen Wellen ausgestrahlt werden. Ein zufälliges Zusammentreffen von anderen Sendestellen ausgehender harmonischer Wellen, welche die beiden Empfangskreise gleichzeitig zum Ansprechen bringen können, ist nahezu ausgeschlossen. Zur Erhöhung der Sicherheit können jedoch, wie schon hervorgehoben, auch drei und mehr Sende- und Empfangskreise zur Anwendung gelangen.

10. Anderweitige Systeme der drahtlosen Telegraphie. Ausser den bereits vorggeführten Systemen der drahtlosen Telegraphie wurde eine Reihe von anderen Systemen bekannt, die sich im Grundprinzip entweder dem Marconischen Systeme anschliessen



und der Hauptsache nach das Gewicht auf eine verbesserte Einrichtung der einzelnen Teile legen oder über welche nur wenig verlautbart wurde. Diese Systeme sollen daher nur kurz unter Hervorheben der charakteristischen Eigenschaften jedes einzelnen dieser Systeme kumulativ behandelt werden.

Das System Rochefort. Dieses System zeichnet sich durch besondere Einfachheit der verwendeten Apparate aus. Das prinzipiell Neue dieses Systems ist jedoch in dem verwendeten Induktorium zu suchen, durch dessen eigenartige Zusammenstellung schon bei einem verhältnismässig schwachen Strom sehr lange, schöne und wirksame Funken erzielt werden, die sich bei Anwendung entsprechend stärkerer elektromotorischer Kräfte bis auf 500 mm Funkenlänge steigern lassen sollen. Es wird dies dadurch erreicht, dass hier die primäre und sekundäre Spule zusammen aus zwei spiralförmig gewickelten Drahtstücken hergestellt sind und nur ein Drittel der ersten Windungen für den Leiterkreis des Primärstromes, der restliche Teil hingegen für den Induktionsstrom verwendet wird. Der Fritter wird ähnlich wie bei Lodge in fortwährender Erschütterung erhalten und durch einen permanenten Hufeisenmagnet reguliert.

Das System Dr. Blochmann. Dieses von Professor Blochmann in Kiel erfundene System, welches als Strahlentelegraphie bezeichnet wird, stellt sich die Aufgabe, die Uebertragung der Nachrichten nur in einer ganz bestimmten wählbaren Richtung zu ermöglichen, so dass im Umkreis liegende Stationen, welche nicht in der genauen Richtung liegen, in keiner Weise beeinflusst werden können. Details über dieses System liegen noch nicht vor, und ist nur bekannt, dass sich Blochmann zur Ausstrahlung der Wellen aus dielektrischen Stoffen gefertigter Linsen bedienen soll.

Das System Popoff-Ducretet besitzt als besondere Merkmale den Fritter und den drehenden Unterbrecher von Ducretet in Verbindung mit dem Klopfer von Popoff. Dieses System, welches namentlich in der russischen Marine Eingang gefunden hat, zeichnet sich durch Einfachheit der Anordnung aus und soll auf geringere Entfernungen (30 bis 40 km) sehr gut und sicher arbeiten.

Das System Hozier-Brown. Das charakteristische dieses von der englischen Mittelmeereskadre mit Erfolg geprobten Systemes beruht auf einem neuen von den Erfindern Radioskop benannten Empfänger, welcher auf elektrische, magnetische und physikalische Affinitäten reagieren soll. Im Prinzip besteht dieses Radioskop, über dessen Details nur wenig bekannt geworden ist, aus einem aus engen Lagen

von Silberdraht gewundenen Ringe, der an einem Quarzfaden isoliert aufgehängt ist und von einem schwachen Wechselstrom mit ungefähr 50 Wechseln in der Sekunde durchflossen wird. Hiedurch wird ein den schwebenden Silberring umgebendes Diaphragma, das wie eine Telephonmembrane wirkt, in Schwingungen versetzt. Beim Einlangen elektrischer Wellen ändern sich nun diese Schwingungen und bewirken gleichzeitig eine Veränderung des Widerstandes der aus Kohlenfäden bestehenden Unterlage des Diaphragma. Diese Widerstandsänderung genügt, um den eigentlichen Empfangsapparat zum Ansprechen zu bringen.

Das System von Cerverra. Cerverra verwendet als Wellenempfänger ein polarisiertes Siemensrelais, dessen Empfindlichkeit dadurch erhöht wird, dass eine vibrierende Zunge zum Dienste des Ankers herangezogen ist. Der Kern der Elektromagnete dieses Relais ist aus einem Bündel von Stahldrähten gebildet. Die Erregung des Relais erfolgt durch die von der Luftstange aufgenommenen Wellenströme und stehen demnach die Windungen desselben direkt mit dem Luftdrahte in Verbindung. Die Aufnahme der Zeichen soll mittels Telephon erfolgen.

Das System Branly-Popp. Eigentümlich ist diesem Systeme der verwendete Fritter. Derselbe beruht auf der von Branly gefundenen Thatsache, dass oxydierte Metallspitzen nur einen unvollkommenen Kontakt geben, deren leitende Verbindung jedoch sofort eine gute wird, wenn die Berührungsstellen von Hertzischen Wellen getroffen werden. Der Empfänger besteht (Fig. 94) aus einem Dreifuss

Fig. 94.



aus Stahl, dessen Zinken im Gasofen künstlich oxydiert werden. Die Unterlage bildet eine auf Hochglanz polierte Stahlplatte. Dieser Empfänger, welcher auch aus anderen Materialien, z. B. aus Silber, hergestellt werden kann und ungefähr die Grösse einer Sanduhr hat, wird durch die einlangenden elektrischen Wellen induktiv erregt und

hiedurch leitend. Er bedarf jedoch ebenfalls einer Erschütterung, um in den nichtleitenden Zustand überführt zu werden. An Stelle eines Klopfers wird derselbe direkt auf den Ankerhebel des Morseempfängers befestigt, da die durch den Anschlag des Ankerhebels an die Unterlage hervorgerufene Erschütterung ausreicht, um den Empfänger in den nichtleitenden Zustand zurück zu bringen.

Das System Musso. Dieses System ist als das neueste aller bekannten Systeme zu bezeichnen und verfolgt den Zweck, nicht nur die einlangenden Zeichen in ganz gleicher Weise wie bei den Druck-

telegraphen in gedruckten Typen niederzulegen, sondern auch gleichzeitig eine Duplextelegraphie zu ermöglichen. Die Drucktelegraphen sind den bekannten Typendruckern von Hughes nachgebildet und nur mit einigen Abänderungen versehen, die das Wirken derselben sicherer gestalten sollen. Ueber die Details dieser Einrichtung, zu deren Verwertung sich bereits in Amerika eine Kompagnie gebildet hat, wurde aus dem Grunde noch nicht viel verlautbart, weil die Patente noch nicht alle erteilt sind. Als besondere Eigentümlichkeiten der Einrichtung wird ein neuer Fritter und ein magnetisch-mikrophonisches Relais bezeichnet. Der Fritter besteht aus einer Mischung von ganz geringen Quantitäten von Magnetit mit reinem Silber. Dieser Fritter wird in ein Solenoid eingesetzt, welches mit dem Luftdrahte in Verbindung steht und mit dem anderen Ende geerdet ist. Die Empfindlichkeit dieses selbstentfrittenden Empfängers soll eine sehr grosse sein. Der Empfangsapparat besteht aus einem eigenartigen Mikrophon, welches in den Wellenstromkreis eingeschaltet ist, und einem gewöhnlichen Telephonempfänger in Verbindung mit einem Stiftenmikrophon. Die getroffene Anordnung soll sehr einfach sein und die grösste Empfindlichkeit haben.

11. Die Experimente von M. Ferrié. Diese Untersuchungen wurden zu dem Zwecke angebahnt, um bezüglich der Wirkungsweise des Luftdrahtes und der Erde Aufklärung zu schaffen und die verschiedenen Einflüsse, welche Störungen in der Nachrichtenvermittlung hervorzurufen vermögen, kennen und unterscheiden zu lernen. Auch wurde die Verteilung des magnetischen Feldes, welches von der Sendestange ausgeht, zu erforschen gesucht und sich zu diesem Zwecke einer in einem Luftballon eingerichteten Station bedient. Diese Studien der Erscheinungen der drahtlosen Telegraphie haben zur Schaffung einer Anordnung geführt, bei welcher die verschiedenen Teile derselben in einer Weise zusammengestellt sind, dass selbe auch von minder geübten Organen bedient werden können.

Ferrié beobachtete, dass sehr lange Funken häufig schlechtere Resultate ergaben als viel kürzere, aber gut oscillierende Funken. Die auch von Tissot bestätigten Versuche haben ergeben, dass die günstigste Bedingung für die Sendung bei jener Länge des Funkens gegeben ist, bei welcher die entsendeten Wellen gleich der vierfachen Höhe der Sendestange werden.

In Bezug auf die Verbindung der Sendestange mit dem Erreger konstatierte Ferrié, dass es nicht gleichgültig ist, ob dieselbe mit positiven oder negativen Polen der Induktionsrolle verbunden wird.

Die erhaltenen Resultate waren immer besser, wenn die Sendestange mit dem negativen Pole derselben verbunden war, selbst dann, wenn der überspringende Funke kürzer war als bei Verbindung derselben mit dem positiven Pole.

Im Gegenteile zu vielen Beobachtern wies Ferrié nach, dass eine Verbindung des Luftdrahtes mit der Erde wenigstens für geringere Entfernungen (35 bis 40 km) nicht absolut notwendig ist. (Prof. Braun in Strassburg stellte schon früher die gleiche Behauptung auf und hat bei seinem System der drahtlosen Telegraphie von einer Erdverbindung überhaupt abgesehen.) Die Aufnahme der bei den Versuchen zwischen Biot und Calvi entsendeten Nachrichten der Stationen Biot und des Kreuzers Prinzessin Alice durch die Station in Villefranche erfolgte über eine Auffangstange von 40 m Höhe, welche nicht geerdet war. Die Aufnahme der Nachrichten von dem Kreuzer erfolgte in allen Fällen, in welchen derselbe nicht über 40 km von Villefranche entfernt war, stets ohne Erdverbindung. Dieselbe musste jedoch bei einer Entfernung über 40 km jederzeit hergestellt werden, wollte man die Zeichen mit Sicherheit aufnehmen können. In diesem Falle war eine Aufnahme der Zeichen noch bei einer Entfernung des Kreuzers von 80 km möglich. Diese Beobachtungen regten Ferrié an, die Nützlichkeit der Erdverbindung sowohl für die Uebertragung als auch für den Empfang eingehender zu untersuchen, und kam derselbe hierbei zu folgenden Ergebnissen: Jede Verbindung des Oscillators mit der Erde ist zu unterdrücken. Die Induktionsrolle, die dieselbe bethätigende Akkumulatorenbatterie, sowie alle Teile des Uebertragers sind sorgfältigst zu isolieren. Die Verbindung der Sendestange mit dem Boden lässt sich durch eine Verbindung mit Metallblättern, welche an Pflöcken aufgehängt und durch Eboniteylinder isoliert sind, ersetzen.

Die Länge des Funkens, welcher das günstigste Ergebnis gibt, wird um so geringer, je grösser die Oberfläche der metallischen Blätter ist. Bei Gebrauch von derartigen isolierten Oberflächen von  $5 \text{ m}^2$  wird es im Vergleich mit einem geerdeten Luftdraht notwendig, letzteren doppelt so hoch zu machen, um in gleich guter Weise verkehren zu können. Bei einer normal eingerichteten Empfangsstation bewirkt die Aufhebung der Verbindung zwischen Fritter und Erde eine Verschlechterung der Uebertragung bezw. Aufnahme. Erhöht man hingegen die Auffangstange auf das Doppelte, so vermag man vollkommen ohne Erdverbindung zu sprechen und benötigt daher weder zum Senden noch zum Empfangen von Nachrichten einer Verbindung der beiden Luftstangen mit der Erde. In diesem Falle wird die Erd-

verbindung in beiden Stationen durch die Verbindung mit den erwähnten Metallblättern ersetzt.

Stellt man die Verbindung des Senders mit der Erde wieder her, so kann in der Empfangsstation auch dann noch gut aufgenommen werden, wenn die Verbindung mit den Metallblättern gelöst ist und eine Erdverbindung nicht hergestellt wird. Eine Erhöhung der Auffangstange ist in diesem Falle nicht erforderlich. Abgesehen von dem rein sachlichen Interesse, welches diese Beobachtungen über die Wirkung der Erde haben, ist selben eine praktische Bedeutung beizumessen, da es viele Fälle gibt, in welchen die Herstellung einer passenden Erdverbindung, wie beispielsweise im Gebirge, auf grosse Schwierigkeiten stösst und man trotzdem in der Lage ist, auch ohne dieselbe noch auf eine Entfernung von 30 km Nachrichten auszutauschen, indem man die Erde durch Kapazitäten der angegebenen Art ersetzt.

Die Störungen, welche bei den verschiedenen Versuchen mit der Telegraphie ohne Draht beobachtet wurden, lassen sich auf drei verschiedene Ursachen zurückführen, und zwar 1. auf die oscillierenden Entladungen, die von Blitzschlägen herrühren, 2. die Wechsel des elektrischen Feldes der Erde, welche Aenderungen des Potentials zwischen den beiden Luftstangen und der Erdverbindung hervorrufen, und 3. die Einflüsse der Wärme, welche sich in den Ländern der heissen Zone besonders empfindlich bemerkbar machen.

Bezüglich der Verteilung des von der Sendestange erregten Feldes wurden von Ferrié Versuche in einem Fesselballon wie auch in einem freischwebenden Ballon angestellt und ergaben sich im allgemeinen die in nachfolgender Tabelle niedergelegten Ergebnisse.

Sendestange am Erdboden	Auffangstange am Ballon	Höhe des Fesselballons, welcher die Auffangstange trug	Bemerkungen
100 m	200 m	800 m	Sicherer Empfang
100 "	100 "	400 "	Grenze des Empfanges
50 "	100 "	800 "	Wie vor, Empfang bei jeder Höhe unmöglich
50 "	50 "	—	—

Nach diesen Untersuchungen ergibt sich, dass das Feld der Sendestange sich am Boden konzentriert und die Erde zwischen den beiden Stationen nicht als Leiter wirkt.

In der Sendestation hält die Erde einen Pol des Erregers auf dem Potentiale Null und ermöglicht dadurch die Entstehung kräftiger

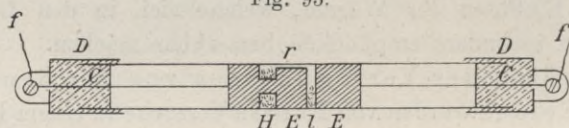
Oscillationen, wodurch auch deren Wirksamkeit vergrößert wird. In der Empfangsstation wird der eine mit der Erde in Verbindung stehende Pol des Fritters gleichfalls auf dem Potential Null erhalten und gestaltet denselben daher für die in der Auffangstange auftretenden Potentialänderungen viel empfindlicher.

Als Folge der Konzentration des Feldes an der Bodenoberfläche bilden zwischenliegende Hindernisse eine Art Schutzwall gegen die Ausbreitung des Feldes. Die Bäume, die Eisengerippe der Häuser etc. bilden gleichfalls Auffangstangen, welche die von dem Sender entsendeten Wellen absorbieren. Auf diese Weise erklärt sich die grosse Schwierigkeit des Verkehrs zwischen zwei Stellen, die durch Land getrennt sind, gegenüber durch das Meer getrennten Stationen.

Ferrié hat seine Experimente durchaus mit Instrumenten, welche nach seinen Angaben im Centraldepot der Militärtelegraphenabteilung hergestellt wurden, durchgeführt.

Der von demselben verwendete Fritter ist nach der von Blondel angegebenen Type mit einer Reserve an Feilspänen konstruiert, derselbe wurde jedoch etwas abgeändert, um einen kräftigeren und widerstandsfähigen Apparat zu erhalten, da sich die vertikale Röhre des

Fig. 95.

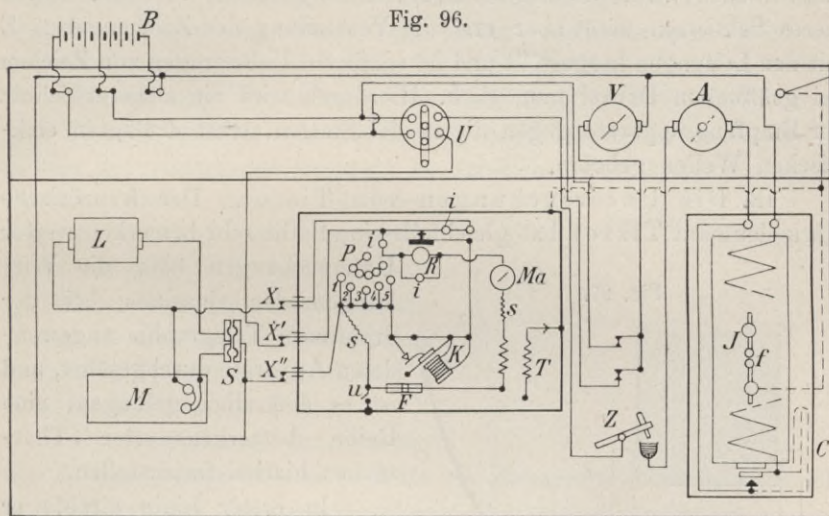


Blondelschen Fritters, welche die Reservespäne enthält, als zu leicht zerbrechlich erwies. Bei dem Fritter von Ferrié wurde die eine Elektrode E (Fig. 95) teilweise mit ihrem inneren Teile abgeschnitten und in der Mitte derselben ein Stück ausgedreht, in welchem die Reservespäne Platz finden und im Bedarfsfalle durch den Ausschnitt zwischen die beiden Elektroden eingefüllt werden können.

Der Fritter selbst ist mit Wachs nach aussen abgeschlossen und das Gehäuse ausserdem an seinen beiden Enden mit je einer Metallhülse überdeckt, die in ihrer Fortsetzung je eine Schraube zum Verbinden des Fritters mit den Leitungen trägt. Die Verbindungen der beiden Elektroden des Fritters führen gleichfalls bis zu dieser Schraube. Die Röhre wird ebenso wie die Feilspäne vor ihrer Zusammenstellung des Fritters vollkommen getrocknet. Die Elektroden bestehen aus Neusilber, die Feilspäne aus altem Silber bzw. aus Gold und Silber, dem eine gewisse, aber variable Menge Kupfer legiert ist.

Fig. 96 zeigt schematisch die Gesamtanordnung der Apparate und Leitungsverbindungen, deren sich Ferrié bei diesen Untersuchungen bediente. In derselben stellt B die Akkumulatorenbatterie dar, welche für den Betrieb des Induktionsapparates, des Relais und des Morseapparates gemeinsam benützt wird. Damit der Fritter von keinem zu starken Strom durchflossen wird, ist in dessen Stromkreis ein Potentiometer P eingeschaltet, durch dessen Umstellung nach Bedarf Widerstände in diesen Stromkreis eingeschaltet werden können. Es bezeichnen ferner in dieser Figur U einen Umschalter, um die ganze Einrichtung entweder auf Empfang oder Abgabe umstellen zu können, I den Induktionsapparat, M den Morseapparat, L einen Wecker zum

Fig. 96.



Anrufen der Station, S einen Stöpselschalter, um den Relaisstromkreis entweder auf L oder M einstellen zu können. R stellt das Relais, F den Fritter, K den Klopfer zum Entfritten, Z den Zeichengeber, V ein Voltmeter, A ein Ampèremeter und Ma ein Milliampèremeter dar. C ist ein zu dem Induktionsapparat gehöriger Kondensator, f die Funkenstrecke des Induktoriums, s, s bedeuten zwei Selbstinduktionen, wohingegen i, i, i induktionsfreie Nebenschlüsse darstellen. Die Widerstände dieser Nebenschlüsse betragen je 100 Ohm. Die mittels des Potentiometer einschaltbaren, mit 1 bis 5 bezeichneten Widerstände betragen 200 für 1, 500 für 2, 800 für 3, 1500 für 4 und 2000 Ohm für 5. Die Widerstände der einzelnen Apparate sind wie folgt bemessen: Klopfer 200 Ohm, Relais, Morseapparat und Anrufklingelwerk je 500 Ohm.

Die Luftstange kann entweder direkt mit einem Pole des Fritters verbunden werden, in welchem Falle der zweite Pol desselben durch den Umschalter *u* mit der Erde verbunden wird oder steht im anderen Falle mit der Primärspule des mit *T* bezeichneten Transformators in Verbindung.

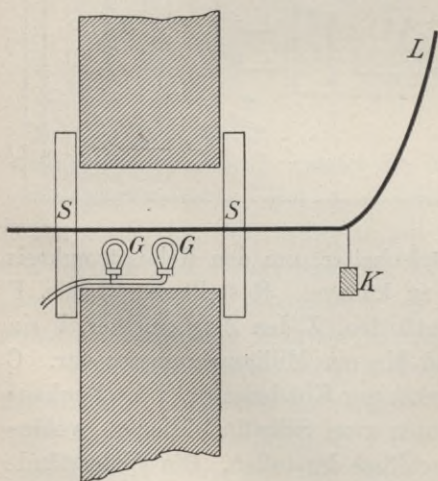
Als Besonderheit dieser Einrichtung wird angegeben, dass sämtliche empfindliche Empfangsapparate, wie dies in der Figur durch den dieselben umgebenden Rahmen angedeutet wird, von einem eisernen, in Scharnier beweglichen Gehäuse umgeben sind. Dieses Gehäuse bildet sonach einen Deckel für diese Apparate und ist die Anordnung so getroffen, dass bei Schliessen dieses Deckels die Verbindungen der von derselben bedeckten Apparate mit den Aussenleitungen unterbrochen wird, wie dies bei *X, X', X''* angedeutet erscheint. Durch dieses Schliessen wird aber erst die Verbindung des Zeichengebers *Z* mit den Leitungen hergestellt und ist somit ein Uebertragen von Zeichen bei geöffnetem Deckel unmöglich. Hierdurch wird ein sicherer Schutz der Empfangsapparate gegen die in der Station selbst erzeugten elektrischen Wellen geboten.

12. Die Untersuchungen von Tissot. Der französische Marineleutnant Tissot hat gleichfalls eine Reihe sehr bemerkenswerter Untersuchungen über die Wirkungen der einzelnen bei der drahtlosen Telegraphie angewendeten Apparate durchgeföhrt, und ist es demselben gelungen, eine Reihe bemerkenswerter That-sachen hierbei festzustellen.

In erster Linie strebte er an, die Messung der Schwingungsperiode mittels der Methode des drehenden Spiegels zu verbessern. Der Schwingungserreger oder der Induktor in Verbindung mit der Funkenstrecke und der drehende Spiegel waren hierbei in zwei getrennten Räumen auf einen Abstand von annähernd 15 m von-

einander aufgestellt. Die mit dem negativen Pole des Induktors verbundene Funkenkugel war mit dem Luftdrahte, die andere Kugel mit der Erde in Verbindung. Die zwischen den Funkenkugeln auftretenden Funken erreichten eine Länge von 5 bis 6 cm.

Fig. 97.

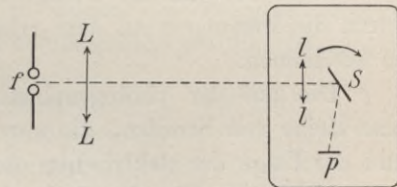




Diese Isolierung jener Teile, welche von aussen in das Lokal einmündeten, wurde durch erwärmte Luft erreicht. Der mit L bezeichnete Luftdraht (Fig. 97), welcher in das Lokal geführt werden sollte, war an seinem Knickpunkte durch ein Gewicht K beschwert, um so eine möglichst horizontale Einführung des unteren Drahtteiles zu ermöglichen. Die Maueröffnung, durch welche die Einführung erfolgen sollte, war von zwei Glasplatten SS abgeschlossen und wurde der Draht durch eine in jeder derselben eingeschnittene runde Oeffnung in das Lokal eingeführt. Innerhalb des auf diese Weise geschaffenen, nach aussen vollkommen abgeschlossenen Hohlraumes befanden sich zwei Glühlampen, die den Zweck hatten, die Luft dieses Hohlraumes zu erwärmen und gleichzeitig zu trocknen. Mit dieser einfachen Anordnung wurde eine allen Anforderungen Rechnung tragende Isolierung dieses Drahtes innerhalb des Versuchsraumes erzielt.

Fig. 98 zeigt die schematische Anordnung der Einrichtung, deren sich Tissot bediente, um die Photographie der oscillierenden Funken mittels des rotierenden Spiegels zu erhalten. f ist hier die Funkenstrecke, deren Kugeln platinirt waren, L eine Linse, die in unmittelbarer Nähe der Funkenstrecke aufgestellt wurde, l eine planzylindrische Linse, die sich unmittelbar vor dem drehenden Spiegel S befand, und p eine photographische Platte.

Fig. 98.



Die Vorrichtung zum Drehen des Spiegels bestand aus einer Reihe von Zahnradübersetzungen, welche dem Spiegel eine zwanzigmal grössere Winkelgeschwindigkeit erteilten als jene, welche dem ersten Zahnrade gegeben wurde. Dieses erste Zahnrad stand mit einem Stromunterbrecher in Verbindung, durch welche die Anzahl der Entladungen pro Sekunde auf n eingeregelt wurde. Die Entladungen gingen durch ein aperiodisches Galvanometer, welches mit geeignetem Kondensator von der Kapazität  $2^{\mu}\varphi$  in Nebenschluss gebracht war.

Wenn nun S die Ablenkung des Galvanometers, C die Kapazität des Kondensators und E die elektromotorische Kraft der ladenden Batterie ist, so ergibt sich  $\delta = K \cdot n \cdot C \cdot E$ .

Um bei Gleichstrom den gleichen Galvanometerausschlag zu erhalten, muss der Widerstand des Stromkreises R sein. Man erhält

$$\text{sonach } \frac{R}{\delta} = K \frac{E}{R}.$$

Man kann nun leicht durch einfache Bestimmung der Werte von C und R die Anzahl der Touren des ersten Zahnradeingriffes bestimmen, da in diesem Falle  $n = \frac{I}{RC}$  ist.

Die mittels dieses elektrischen Tachymeters bestimmte Tourenzahl wurde nun durch Vergleich mit den Angaben eines Geschwindigkeitsmessers oder Tourenzählers richtig gestellt. Die Uebereinstimmung der beiden auf dem verschiedenartigen Wege festgestellten Grössen war eine nahezu vollkommene. Die Winkelgeschwindigkeit wechselte stets zwischen 400 bis 500 Umdrehungen in der Sekunde.

Das Bild des Funkens entsteht in einem Abstände von 35,5 cm von dem drehenden Spiegel. Bei einer Winkelgeschwindigkeit von 450 Umdrehungen in der Sekunde durchläuft das zurückgeworfene Strahlenbündel, welches die doppelte Geschwindigkeit hat, in dem Zeitraum von  $\frac{1}{900}$  Sekunde einen Weg von  $2\pi \times 35,5 = 222,5$  cm. Ein Millimeter wird demnach von den zurückgeworfenen Strahlen längs der photographischen Platte in  $\frac{1}{900} \times 222,5$  einer Sekunde oder gleich  $0,49 \times 10^{-6}$  Sekunde zurückgelegt.

Diese Berechnung ermöglicht es, die Periode der Oscillationen durch die Messungen an dem erhaltenen photographischen Bilde genau zu bestimmen.

Die auf der photographischen Platte erhaltenen Bilder zeigen eine Reihe von Streifen, die abwechselnd hell und dunkel erscheinen und der Folge der elektrischen oscillierenden Entladungen entsprechen.

Misst man nun der Reihenfolge nach die auftretenden Maxima, welche stetig abnehmen, in Bezug auf ihre Entfernungen, so zeigt sich, dass dieselben nahezu gleich bleiben, wie sich dies aus nachfolgenden Ziffern, welche für eine Umdrehungszahl des Spiegels von 450 in der Sekunde an einer derartigen Platte abgemessen wurden, ergibt.

Die erste Entfernung betrug 0,650 mm, die zweite 0,625 mm, die dritte 0,616 mm, die vierte 0,608 mm, die fünfte 0,605 mm und die sechste 0,593 mm. Um hieraus die Periode zu bestimmen, genügt es, die Zeit festzusetzen, die einer Verschiebung der reflektierten Strahlen auf diese Entfernungen entspricht. Die erste dieser Entfernungen von 0,650 mm entspricht einem Zeitzwischenraum von  $0,3185 \times 10^{-6}$  Sekunden.

Es ist hierbei zu bemerken, dass dieses Zeitintervall die halbe Periode der Oscillationen, die sich successive folgen, bestimmt, wobei sich die Richtung der zwischen den beiden Funkenkugeln überspringenden Funken ändert.

Der Wechsel der Richtung des Funkens war an den Abbildungen leicht zu erkennen, indem die hellen Streifen einmal an der oberen, das andere Mal an der unteren Hälfte der Photographie sichtbar wurden.

Bei Aufnahme dieser Photographien bemerkte Tissot, dass die erhaltenen Bilder sehr verschieden waren, je nachdem die Funkenkugel, welche mit dem positiven Pole verbunden wurde, isoliert war oder mit dem Erdboden in Verbindung stand. Im ersteren Falle erhielt er ganz entsprechende Bilder, auf welchen fünf bis sechs Entladungen verzeichnet waren, während im zweiten Falle nicht mehr als eine oder höchstens zwei Entladungen sichtbar wurden. Bei Erhöhung der Umdrehungsgeschwindigkeit des Spiegels auf 500 Umdrehungen in der Sekunde konnten im zweiten Falle, wenn der Erdleiter eine bestimmte Selbstinduktion hatte, für jeden Funken höchstens zwei oder drei Entladungen aufgezeichnet werden.

Studie der verschiedenen Transmissionsanordnungen.

Bei diesen Versuchen wurden die in den Fig. 99 bis 104 dargestellten sechs Anordnungen erprobt, bei welchen von einer besonderen Erklärung wohl abgesehen werden kann.

Die Verbindung kann mit allen diesen Anordnungen erreicht werden. Während dieselbe jedoch mit den Anordnungen 99, 101 bis 104

Fig. 99.

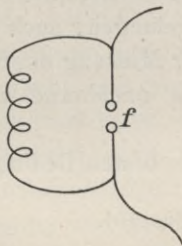


Fig. 100.

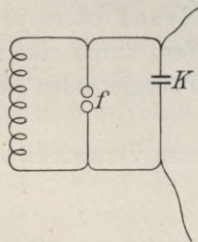
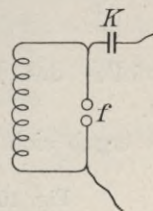


Fig. 101.



in sehr guter Weise ermöglicht war, erwies sich die Anordnung 100 als bedeutend schlechter. Die beiden Anordnungen 99 und 101 zeigten sich als vollkommen gleichwertig, doch ist die Anordnung 102 aus dem Grunde vorzuziehen, weil die Zwischenschaltung des Kondensators einen gewissen Schutz gewährt.

Mit der in Fig. 104 dargestellten Anordnung wurden verschiedene Kapazitäten verbunden und für jede derselben die mittlere Periode der Schwingungen des drehenden Spiegels bestimmt und hieraus die Länge der zur Anwendung gelangten Wellen berechnet. Auf diese Weise wurden die folgenden Werte erhalten:

Eingeschaltete Kapazität	Mittlere Periode	Länge der Wellen
4 . 1250 E.S.	$1,50 \cdot 10^{-6}$ Sekunden	450 m
2 . 1250 "	$1,04 \cdot 10^{-6}$ "	312 "
1 . 1250 "	$0,68 \cdot 10^{-6}$ "	204 "
2 . 450 + 4 . 120 E.S.	$0,70 \cdot 10^{-6}$ "	210 "
2 . 450 E.S.	$0,56 \cdot 10^{-6}$ "	168 "
4 . 120 "	$0,40 \cdot 10^{-6}$ "	120 "
1 . 120 "	$0,22 \cdot 10^{-6}$ "	66 "

Wiewohl nun die Nachrichtenvermittlung mit allen diesen verschiedenen Anordnungen jederzeit eine tadellose war, so kann deren Wert doch nicht als gleichmässig angesehen werden. Es ist hierbei nämlich sehr schwer, die Differenzen zu schätzen, so lange der Empfang nicht dadurch beeinträchtigt wird, dass der Wert der Uebertragung bis unter eine gewisse Grenze herabsinkt, welche von der Empfindlichkeit des Fritters und der Uebertragungsentfernung abhängt. Ueber dieser Grenze wird die Schätzung des Wertes der Uebertragung immer eine zweifelhafte bleiben. Tissot ist es jedoch gelungen, auch diesen Wert durch eine auf der Messung des Widerstandsabfalles des Fritters basierenden Methode annähernd zu bestimmen.

Es ergab sich aus diesen Versuchen, dass die besten Bedingungen

Fig. 102.

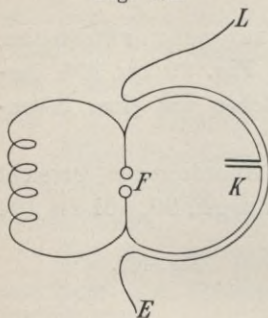


Fig. 103.

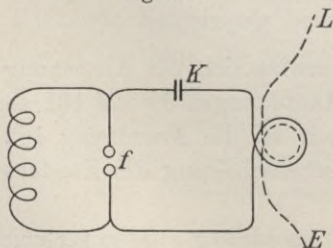
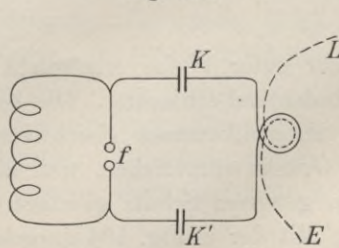


Fig. 104.



für eine gute Funktion dann gegeben sind, wenn die Länge der oscillierenden Wellen annähernd gleich der vierfachen Höhe der Aufgangstange ist.

Vergleichende Versuche für die Anordnung des Empfängers. Diese Versuche erstreckten sich auf den Einfluss, welchen ein zwischen dem unteren Ende der Luftstange und dem Fritter eingeschaltetes Leitungsstück ausübt, auf den Einfluss, welchen benachbarte Luftstangen auf den Empfang ausüben und im allgemeinen auf den Einfluss benachbarter paralleler Leiter und endlich auf die Nützlichkeit der Anwendung von Auffangstangen mit grosser Oberfläche. In gleicher Weise wurden Versuche zu dem Zwecke angestellt, um festzustellen, welcher Teil der Luftstangen der wirksame sei.

Zwischenschaltung eines Leiters zwischen der Basis der Luftstange und dem Fritter. Der Wert der Uebertragung scheint durch die Zwischenschaltung eines derartigen Leiters nicht abgeändert zu werden. Ob ein Leiter von der viertel, halben oder ganzen Länge der Auffangstange eingeschaltet wurde, blieb sich für die Güte des Empfanges gleich. Wurde an Stelle eines geradlinigen Leiters, welcher entweder nur eine geringe oder gar keine Induktanz aufwies, zwischen Auffangstange und Fritter ein Leiter eingeschaltet, welcher eine bemerkbare Selbstinduktion hatte, so trat eine bedeutende Schwächung des Wertes des Empfanges ein. Man kann auf diese Weise die Aufnahme ganz unmöglich machen, wenn man hierfür eine Selbstinduktionsspule von genügender Induktanz einschaltet.

Einwirkung von benachbarten und parallelen Leitern auf die Auffangstange. Befinden sich in der Nachbarschaft der Auffangstange parallele Leiter, welche mit der Erde verbunden sind, so schwächt sich der Wert des Empfanges ab. Der Empfang wird unsicher und kann sogar gänzlich unmöglich werden.

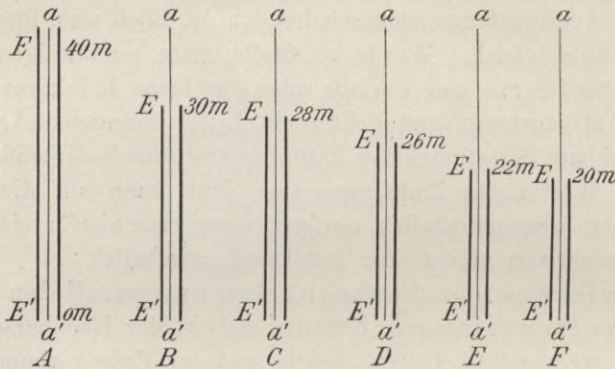
Die auf einem Schiffe zur Anwendung gelangende Auffangstange muss daher möglichst frei aufgestellt werden, um selbe in eine gute Bedingung für den Empfang zu bringen.

Sobald die Empfangsstelle von der Sendestelle nicht allzu weit entfernt ist, kann man von zwei Auffangstangen, deren jede mit einem Fritter in Verbindung steht, Nachrichten aufnehmen. Dies ist auf weitere Entfernungen auch dann noch möglich, wenn sehr empfindliche Fritter zur Verwendung gelangen. Sobald sich jedoch die Sendestation so weit entfernt befindet, dass man schon an der Grenze des Empfanges angelangt ist, wird der gleichzeitige Empfang durch beide Auffangstangen unmöglich. Wenn in diesem Falle die Aufnahme durch eine dieser Auffangstangen korrekt ist, verschwinden die Zeichen in der anderen Station gänzlich. Im allgemeinen wird die Aufnahme in beiden Teilen unzuverlässig werden. Nimmt man jedoch in diesem

Falle die eine Auffangstange weg, so dass man nur mehr eine Aufnahme-stelle hat, so wird die Aufnahme wieder vollkommen. Dieselbe wird auch dann wieder gut, wenn man die beiden Enden der Auffangstangen mit demselben Empfänger verbindet.

Oberfläche der Auffangstange. Es ist ausser Zweifel, dass eine Vergrösserung der Oberfläche der Auffangstange die Aufnahme verbessert. Diese Wirkung ist jedoch weder von der Form noch der Kapazität der Auffangvorrichtung, sondern einzig und allein von der Flächengrösse der Vorrichtung abhängig. Die erzielten Vorteile sind jedoch bei der Schwierigkeit, derartige grossflächige Auffangvorrichtungen aufzustellen und zu erhalten, nicht sehr gross und ist es daher

Fig. 105.



besser, sich auf die Anwendung der einfachen geraden Auffangstangen zu beschränken.

Einfluss eines cylindrischen, einen Schirm bildenden Leiters auf die Auffangvorrichtung. Bildet man die Auffangstange aus einem bleibedeckten Kabel, dessen Bleiumhüllung auf eine grössere oder geringere Entfernung weggenommen wird, so lassen sich die wirksamsten Teile der Auffangvorrichtung genau feststellen.

Stellt  $EE'$  (Fig. 105) den äusseren cylindrischen Leiter und  $aa'$  den Draht der Auffangvorrichtung vor, so ergeben sich folgende Thatsachen:

1. Sind  $EE'$  und  $aa'$  voneinander isoliert, so ist ein Empfang unmöglich, wenn der Draht bei  $a'$  mit dem Fritter verbunden wird. Wird hingegen  $E'$  mit dem Fritter verbunden, so ist die Aufnahme eine tadellose.

2. Verbindet man die beiden Enden E und a miteinander und stellt die Verbindung des Fritters entweder mit a' oder mit E' her, so bleibt die Verständigung in beiden Fällen eine gleich gute und unterscheidet sich von der Verständigung mit einer normalen Einrichtung nicht.

3. Wird der Schirm, also in diesem Falle die Bleiumhüllung, von oben herabgehend nach und nach von dem eigentlichen Leiter a a' losgeschält, so dass derselbe blank bleibt, wie sich dies aus Fig. 105 (B bis F) ergibt, so wird der Empfang vorerst unmöglich, allein er verbessert sich, je mehr von der Bleihülle losgelöst und wird nach und nach regelmässig, um dann wieder unregelmässig zu werden.

Nachstehend sind die mit einer 40 m hohen Auffangstange gewonnenen Ergebnisse aufgezeichnet, bei welcher, wie dies aus Fig. 105 hervorgeht, die Bleiumhüllungen von Meter zu Meter bis auf etwa 20 m vom Boden losgelöst wurden.

Länge des blanken Drahtes	Wert des Empfanges bei Verbindung des Fritters mit	
	a'	E'
0 m	Null	Gut
10 "	Null	Gut
12 "	Schlecht	Mittelmässig
14 "	Null	Null
18 "	Mittelmässig	Schlecht
20 "	Gut	Gut

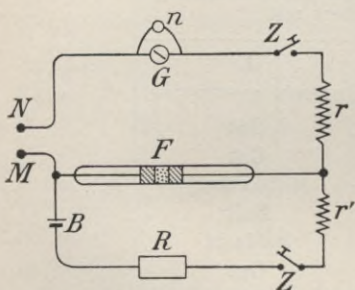
Diese Ergebnisse scheinen zu zeigen, dass der wirksamste Teil der Auffangstange der obere Teil derselben ist.

Feststellung des Widerstandabfalles und der praktischen Werte der Fritter. Die hierbei gemachten Feststellungen sind nicht nur vom theoretischen Standpunkte von hervorragendem Interesse, sondern haben auch eine bedeutende praktische Tragweite. Für die Messung dieses Widerstandsabfalles schätzt Tissot vorerst den Wert eines Empfanges, welcher unter vorher ganz genau festgesetzten Bedingungen der Uebertragung erfolgte. Er ist sonach in der Lage, den Einfluss der in der Einrichtung der Empfangsapparate durchgeführten Aenderungen zu studieren. In zweiter Linie lassen diese Messungen einen Vergleich der Werte der verschiedenen Senderanordnungen unter der Voraussetzung zu, dass die Einrichtungen des Empfängers stets die gleichen bleiben.

Die angewendete Methode für die Messungen ist die Substitutionsmethode. Sobald die Frittröhre durch den Einfluss der Wellen zum Fritten gebracht ist, wird sie in einen Stromkreis gebracht, der in jeder Beziehung gleichwertig mit jenem ist, in welchem die Frittung erfolgte. In diesen Stromkreis ist ein Galvanometer eingeschaltet, dessen Teilung so eingerichtet ist, dass aus dem Nadelausschlag der Widerstand der Frittröhre direkt abgelesen werden kann. Die Anwendung dieser Methode erfordert aber eine Reihe von Vorsichtsmaßnahmen. Um die Regulierung der Frittröhren zu ermöglichen, muss in den Stromkreis ein sehr grosser Widerstand eingeschaltet werden (5000 bis 10 000 Ohm). Der Strom, welcher das Relais durchläuft, darf niemals eine grössere Intensität als einige Zehntel eines Milliampères haben.

In einem derartigen Stromkreis kann man aber Widerstandsunterschiede von 100 bis 200 Ohm nicht mehr genau bestimmen. Um

Fig. 106.



diesem Hindernisse einer genauen Widerstandsbestimmung zu begegnen, wurden zwei getrennte Stromkreise angeordnet. In der Fig. 106 stellt  $F$  den Fritter dar,  $FBRZr'$  ist der Empfangsstromkreis und  $FrZG$  der Messstromkreis. In dem Messkreise ist das Relais  $R$  durch das Galvanometer  $G$  ersetzt, welches mit einem Nebenschlusse  $n$  versehen ist. Die Batterie wird zwischen die beiden Klemmen  $MN$  eingesetzt und mit einem Potentiometer in Verbindung gebracht, welches in den Messstromkreis die Einführung eines stärkeren Stromes verhindert. Der Strom dieses Kreises ist unter allen Umständen geringer als jener, welcher in dem Relaisstromkreis zirkuliert. Die beiden Tasten  $ZZ'$  gestatten die beiden Stromkreise nach Bedarf zu öffnen oder zu schliessen.

Man kann auf diese Weise den Widerstand  $r$  sehr klein halten, um ausreichende Ausschläge am Galvanometer zu erzielen, ohne hierbei genötigt zu sein, die den Fritter durchfliessende Stromstärke zu ändern, was eine der Hauptbedingungen für die richtige Durchführung derartiger Messungen bildet.

Um nach dieser Methode den praktischen Wert einer Frittröhre festzustellen, ist es notwendig, eine sehr grosse Anzahl von Messungen zu machen. Da die Frittung nur ein Phänomen ist, welches sich auf die Oberfläche der einzelnen Teile der Feilspäne bezieht, während bei dem

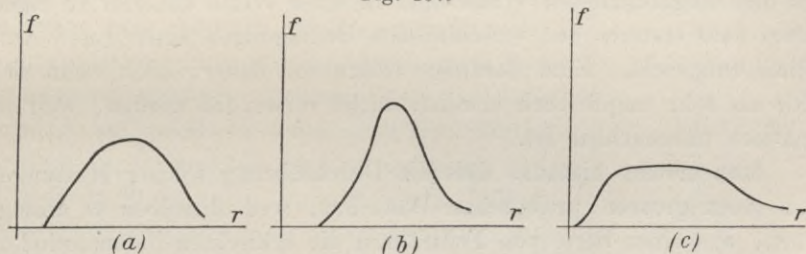


Messen des Widerstandes mit einem konstanten Strom die Gesamtmasse der Späne in Betracht kommt, so folgt, dass eine Beobachtung überhaupt kein Resultat ergeben kann. Es ist im Gegenteile notwendig, die Messungen in grosser Anzahl vorzunehmen und die Resultate graphisch festzustellen. Dies macht die Arbeit selbstverständlich zu einer sehr mühsamen und zeitraubenden.

Der Vorgang bei diesen Messungen soll an einem Beispiel klar gelegt werden. Für eine gegebene Uebertragung  $T$  auf eine Entfernung  $d$ , die eine bleibende sein muss, werden beispielsweise 200 Messungen an derselben Frittröhre gemacht, wobei angenommen wird, dass der Widerstand der entfritteten Röhre  $R$  stets der gleiche bleibe.

Man erhält bei diesen Messungen des Fritters eine Reihe von Werten, die sich zwischen  $r'$  und  $r''$  bewegen. Man trägt nun die für die verschiedenen Werte von  $r$  gewonnenen Zahlen als Abscisse und die Anzahl der Messungen, welche annähernd den gleichen Wert

Fig. 107.



für  $r$  ergeben haben, als Ordinate auf. So trägt man, wenn der Widerstandsabfall zehnmal einen Wert von 150 bis 160 Ohm ergeben hat, 10 als Ordinate für den Wert der Abscisse von 155 auf. Man erhält hierdurch eine Kurve von der in Fig. 107 dargestellten Form, welche den mittleren wahrscheinlichen Wert des Widerstandes  $r$ , welchen die Röhre für eine gegebene Transmission und Entfernung unter dem Einflusse der entsendeten Wellen gibt.

Wiederholt man diese Feststellung für eine andere Transmission  $T'$  auf dieselbe Entfernung  $d$  oder mit derselben Transmission auf eine Entfernung  $d'$ , so findet man für jede Röhre, dass die erhaltenen Kurven in der Form gleich sind. Die Konstruktion der Kurven muss jedoch immer auf einer sehr grossen Zahl von Messungen aufgebaut werden.

Bei Vergleich der Kurven zeigt sich jedoch, dass der mittlere, wahrscheinliche Wert von  $r$  ein verschiedener ist und dass

diese verschiedenen Werte auch verschiedenen Transmissionen entsprechen.

Hierdurch ist man in der Lage, die verschiedenen Transmissionsbedingungen gegenseitig vergleichen zu können, ebenso wie sich der Einfluss der Entfernungen bei gegebener Transmission vergleichen lässt. Vergleicht man die Form der Kurven für eine sehr grosse Anzahl von Röhren, so lassen sich diese Kurven in drei voneinander deutlich unterschiedene Klassen einteilen, deren Typen in den Fig. 107 a, b, c wiedergegeben erscheinen.

Die Type a ist die am häufigsten vorkommende und entspricht einer regulär arbeitenden Röhre. Diese Type ist aber für jeden Fall ungünstiger als die Type b, welche ein viel mehr hervortretendes Maximum aufweist und einen Spielraum für eine exakte Regulierung des Relais frei lässt. Die Type c entspricht einer mangelhaften Röhre, deren Mangelhaftigkeit in den grossen Sprüngen der gefundenen Widerstände ihre Ursache hat, die es eben unmöglich machen, das Relais und den eingeschalteten Widerstand in einer Weise dauernd zu regulieren, dass ersteres den verschiedenen Bedingungen einer guten Aufnahme entspricht. Eine derartige Röhre soll daher, auch wenn sich selbe als sehr empfindlich erweist, nicht verwendet werden, weil sie praktisch unbrauchbar ist.

Man ersieht hieraus, dass die Durchführung solcher Messungen auch einen grossen praktischen Wert hat, weil dieselben es ermöglichen, aus einer Serie von Frittröhren die schlechten herauszufinden. Die aus der erwähnten grossen Zahl von Messungen gewonnenen Ergebnisse, welche auch einen Schluss auf die Konstruktion der Fritter gestatten, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

A. Die Oxydation oder eine chemische Aenderung der Oberfläche der verwendeten Feilspäne oder der Elektroden eines Fritters ist nicht notwendig. Man kann gute Fritter auch mit nicht oxydierten Elektroden und Feilspänen herstellen.

B. Die Gegenwart von Wasser oder Wasserdampf in dem Fritter ist unter allen Umständen schädlich. Ein dauerhaftes Arbeiten mit einem Fritter ist nur dann möglich, wenn alle Teile desselben vorher mit grosser Sorgfalt getrocknet wurden.

C. Die Kohäsion oder das Fritten erfolgt mit der gleichen Leichtigkeit im luftverdünnten Raume wie in den verschiedenen indifferenten Gasen. Auch in verdünnten Gasen wird das Fritten nicht besser.

D. In dem Fritter treten, während derselbe dem Einflusse elektrischer Wellen ausgesetzt ist, keine Funken zwischen den einzelnen

Feilspänen auf. Es ist in der That unmöglich, den geringsten Funken bei der Untersuchung des Fritters während der Aufnahme in einem dunklen Raume mit dem Mikroskope wahrzunehmen. Ebensovienig gelingt es auf einer photographischen Platte, welche mit einem dem Empfange ausgesetzten Fritter durch mehrere Stunden in einem das Licht abschliessenden Gehäuse eingeschlossen ist, bei der nachfolgenden Entwicklung einen Schleier zu entdecken. Tissot glaubt auch, dass sich weder Brücken noch Ketten im Fritter bilden.

13. Die Versuche und Einrichtungen des Kapitäns Quintino Bonomo der italienischen Kriegsmarine. Die Insel Gorgona, der Semaphor von Livorno und die Insel Palmaria wurden im September 1900 mit Einrichtungen für die drahtlose Telegraphie nach dem Systeme Marconi ausgerüstet. Da bei denselben die neueren Verbesserungen, die mittlerweile bekannt wurden, noch nicht zur Ausnützung gelangen konnten, war die Entfernung, auf welche diese Stationen Nachrichten auszusenden vermochten, eine sehr geringe und überschritt 60 km nur in den günstigsten Fällen. Diese Entfernungen konnten, nachdem Bonomo auf Grund seiner eingehenden Studien über die Tragweite der elektrischen Wellen und über die Schnelligkeit der Uebertragung eine Reihe von durchaus einfachen Verbesserungen durchführte, wesentlich erhöht und

auch die Uebertragungsgeschwindigkeit bedeutend vergrössert werden. So wurde die anfängliche Entfernung von 60 km nach und nach auf 200 km erweitert und die Uebertragungsgeschwindigkeit von 6 bis 7 Buchstaben in der Minute auf 24 Buchstaben erhöht.

Diese Ergebnisse sind hauptsächlich der Verwendung des von Castelli erfundenen Fritters zu danken. Doch haben auch eine

Fig. 108.



Reihe von Bonomo angeordneter Verbesserungen ihren Anteil daran. Das Hauptgewicht wurde hierbei von Bonomo auf eine äusserst sorgfältige Isolierung nicht allein des Luftdrahtes, sondern auch aller

Fig. 109.

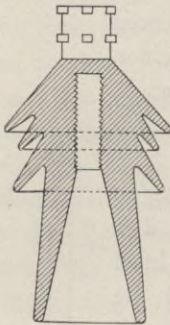
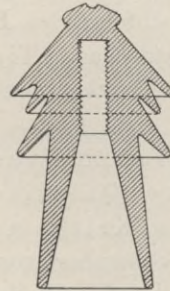


Fig. 110.



übrigen Teile der Einrichtung, wie des Induktionsapparates und der Akkumulatoren gelegt.

Um den Luftdraht bestmöglichst zu isolieren, war derselbe an dem Tragmast, wie sich dies aus Fig. 108 ergibt, mittels Isolatoren

Fig. 111.

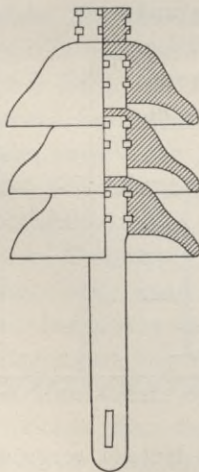
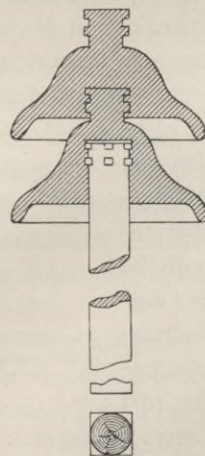


Fig. 112.



besonderer Isolierfähigkeit, wie man solche für die Fernleitung von Hochspannungsanlagen verwendet, befestigt.

In den Fig. 109 bis 112 sind einige Formen derartiger Isolatoren zur Ansicht gebracht.

Das Hauptaugenmerk wurde auf die Einführung des Luftdrahtes in den Manipulationsraum gerichtet. Die Versuche, diesen Luftdraht bei senkrechter Einführung in diesen Raum entsprechend zu isolieren, schlugen fehl und musste daher diese Einführung horizontal erfolgen. Zu diesem Zwecke wurde dieser Draht an einem niederen Pflöcke mittels Isolators und Spannklemme befestigt und von da in horizontaler Richtung weitergeführt (Fig. 108). Der horizontale Teil des Luftdrahtes soll hierbei so kurz als möglich gemacht werden und ist es Bonomo thatsächlich gelungen, die Länge dieses Teiles bis auf 2 m herabzudrücken.

Nach den weiteren Untersuchungen dieses Forschers ist vorteilhaft, sich für die Sendung und für den Empfang zweier verschiedener Luftdrähte zu bedienen.

Den Mast, wie solcher für diese Zwecke gebaut ist, zeigt Fig. 113. Derselbe ist mit zwei Auslegern ausgerüstet und geht von jedem derselben ein in der vorbeschriebenen Weise isolierter Luftdraht nach abwärts. In Fig. 114 ist eine andere diesbezügliche Anordnung dargestellt.

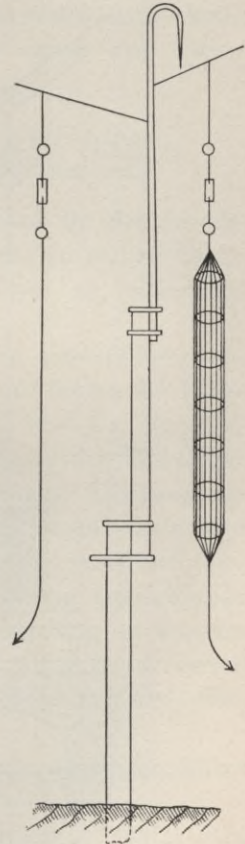
Um die Kapazität des Luftdrahtes zu erhöhen, kann derselbe, wie Fig. 113 zeigt, in Form eines Cylinders von 30 m Höhe ausgebildet werden, der aus einer entsprechenden Anzahl von Drähten von 0,3 qmm zusammengesetzt ist und einen Durchmesser von 25 cm hat.

Diese Bemühungen gingen hauptsächlich dahin, eine vollkommene Isolation des Luftdrahtes zu erzielen und anderenteils die Aufnahmefähigkeit desselben für die einlangenden elektromagnetischen Wellenimpulse zu erhöhen.

Die Erhöhung der Uebertragungsgeschwindigkeit wurde vornehmlich mit der Anwendung des Fritters von Castelli erreicht. Dieser Fritter ist von einer solchen ausserordentlichen Empfindlichkeit, dass er auf äusserst schwache Impulse noch anzusprechen vermag, wodurch sich natürlich auch die Entfernung, auf welche hin noch eine Nachrichtenvermittlung möglich ist, wesentlich vergrössern muss.

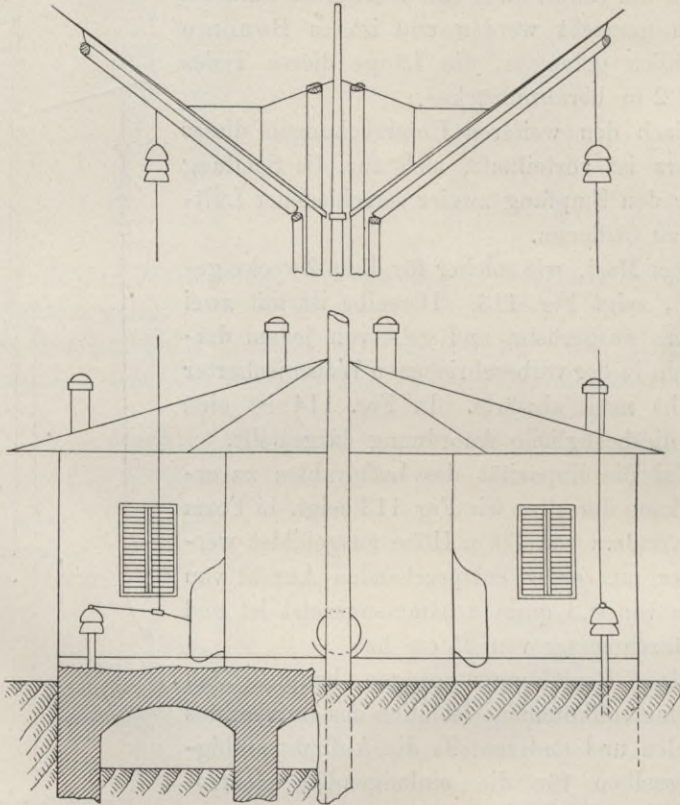
Dieser Fritter besteht aus in eine Glas- oder Ebonitröhre ein-

Fig. 113.



gesetzten Elektroden aus Eisen oder Kohle, zwischen welchen sich ein oder mehrere Tropfen Quecksilber befinden. Dieser Fritter ist in Fig. 115 und Fig. 116 dargestellt und zeigt Fig. 115 einen derartigen Fritter mit nur einem Quecksilbertropfen und Eisenelektroden, Fig. 116 hingegen einen solchen mit zwei Tropfen und zwei äusseren Eisenelektroden und einer mittleren Kohlenelektrode.

Fig. 114.



Ausser der grossen Empfindlichkeit zeigt dieser Fritter noch die Eigenschaft der momentanen Selbstentfrittung, wodurch auch die Notwendigkeit der Anwendung eines Klopfers entfällt. Der Durchmesser des Quecksilbertropfens zwischen den Elektroden schwankt zwischen 1,5 bis 3 mm. Wird dieser Tropfen kleiner als 1,5 mm, so verliert der Fritter an Empfindlichkeit, wird er hingegen grösser, als 3 mm, so erfolgt die Entfrittung nicht mehr mit der erwünschten Sicherheit.

Die Entfernung der Elektroden spielt bei diesem Fritter eine wichtige Rolle, und ist es daher notwendig, dass der Telegraphist dieselbe während des Empfanges zu regulieren vermag, und sind dementsprechende Vorkehrungen getroffen.

Zu bemerken ist noch, dass der Durchmesser der Röhre in einem gewissen Verhältnisse zu dem Durchmesser des Quecksilbertropfens stehen soll. Eine Röhre von 5 bis 8 mm äusserem und annähernd 3 mm innerem Durchmesser entspricht den Bedingungen am besten. Diese Röhre muss vollkommen gleichen inneren Durchmesser haben und müssen

Fig. 115.



Fig. 116.



die Elektroden genau in die Röhre einpassen, wobei die Berührungsfächen derselben genau senkrecht zur Röhrenachse zu stehen haben. Werden diese Bedingungen nicht genau eingehalten, so verliert der Fritter bedeutend an Güte.

Die unmittelbare Selbstentfrittung tritt um so augenfälliger hervor, je kleiner der Quecksilbertropfen, je besser das Innere der Röhre poliert und je reiner das verwendete Quecksilber ist. Die Empfindlichkeit des Fritters steht wieder mit dem Zustande der Elektroden und dem Feuchtigkeitsgrad in innigem Zusammenhange. Die Feuchtigkeit übt auf die Empfindlichkeit des Fritters einen ungünstigen Einfluss aus und ist demnach der Fritter, da derselbe wegen der erforderlichen häufigeren Regulierung nicht luftdicht nach aussen abgeschlossen ist, in einem möglichst trockenen Raume in Verwendung zu nehmen. Die Elektroden von Eisen oder Stahl müssen von allem Oxyde befreit und gut poliert sein. Je glätter die Oberfläche derselben ist, desto empfindlicher erweist sich der Fritter.

Die kritische Spannung für das Fritten einer derartigen Röhre liegt bei guter Regulierung zwischen 1 bis 1,5 Volt.

Dieser Fritter verliert nach Ablauf einer bestimmten, sehr kurzen Zeit rasch seine gute Qualität und zwar infolge der Oxydation der Elektroden und des Quecksilbers und tritt dies bei Eisen- oder Stahlelektroden viel rascher ein als bei Kohlenelektroden. Falls man daher nicht im Besitze von mehreren bereits ausregulierten Frittern ist, wird es in diesem Falle notwendig, den Fritter zu zerlegen, die Elektroden sorgfältigst zu reinigen und zu polieren und den Quecksilbertropfen durch einen neuen zu ersetzen. Unter bestimmten Verhältnissen erhält man eine sehr rasche und verlässliche Entfrittung, wenn man

dem Quecksilbertropfen eine kleine Menge Kohlenpulver, wie solche durch Zerreiben der Glühfäden gewöhnlicher Glühlampen gewonnen wird, beimengt. Dieses Pulver bildet eine Art Häutchen auf dem Quecksilber und gibt demselben das Ansehen von Graphit. Die Beimengung von Kohlenpulver erhöht auch wesentlich die Dauerhaftigkeit einer solchen Röhre.

Durch die Verwendung dieses Fritters können, wenn derselbe mit einem Telephon als Empfänger verbunden wird, Nachrichten von

Fig. 117.

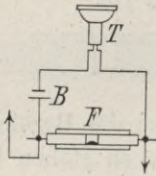


Fig. 118.

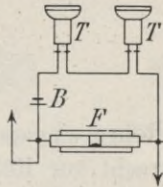
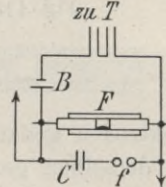


Fig. 119.



sehr weiten Entfernungen her aufgenommen werden. Hierdurch vereinfacht sich auch die Einrichtung der Empfangsstelle wesentlich. Die diesbezüglichen Anordnungen sind in den Fig. 117 bis 120 schematisch dargestellt. Hierbei stellt Fig. 117 eine Anordnung mit nur einem, Fig. 118 eine solche mit zwei Empfangstelephonen dar. Die Anordnung

Fig. 120.

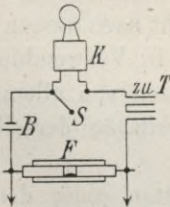


Fig. 121.

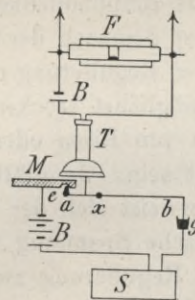


Fig. 119 verfolgt den Zweck, die störenden Einflüsse atmosphärischer Entladungen nach Möglichkeit abzuschwächen, und wird zu diesem Zwecke von den Fritterelektroden abgehend ein Nebenschluss zum Telephone eingeschaltet, welcher aus einem Kondensator  $c$  und einer kleinen Funkenstrecke  $f$  besteht. Fig. 120 zeigt eine Anordnung, bei welcher für den Aufruf ein Klingelwerk benutzt wird. Für den Fall der Aufnahme einer Nachricht durch das Telephon  $T$  wird das Klingelwerk mittels des Umschalters  $S$  kurz geschlossen.



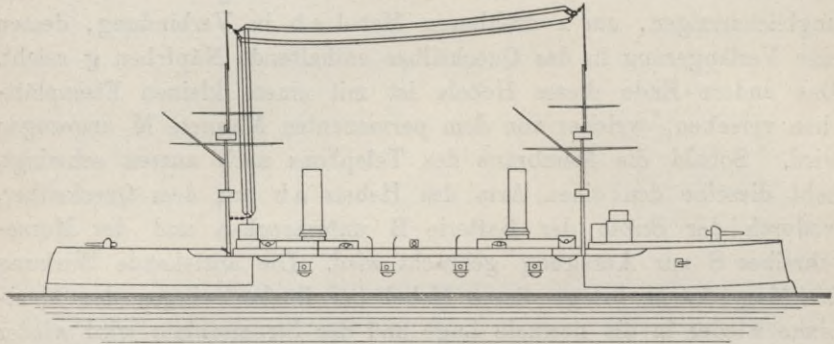
Bonomo versuchte auch die einlangenden Nachrichten durch Anwendung eines mit dem Telephone in Verbindung stehenden Relais schriftlich niederlegen zu können. Die diesbezüglich angebahnten Versuche konnten jedoch wegen Abberufung desselben nicht zum Abschluss gebracht werden.

Die Art und Weise, wie er dies durchzuführen gedachte, ist aus Fig. 121 zu entnehmen. Die schwingende Membrane des Telephons T steht durch einen auf der Mitte derselben befestigten Stift mit dem ungleicharmigen, um  $x$  drehbaren Hebel  $ab$  in Verbindung, dessen eine Verlängerung in das Quecksilber enthaltende Nöpfchen  $g$  reicht. Das andere Ende dieses Hebels ist mit einem kleinen Eisenplättchen versehen, welches von dem permanenten Magnete  $M$  angezogen wird. Sobald die Membrane des Telephons nach aussen schwingt, hebt dieselbe den einen Arm des Hebels  $ab$  aus dem Quecksilber, wodurch der Strom der Batterie  $B$  unterbrochen und der Morse-schreiber  $S$  zur Anregung gebracht wird. Die anziehende Wirkung des Magnetes  $M$  bringt diesen Hebel bei Rückschwingen der Membrane wieder in die normale Lage und der Stromschluss wird wieder hergestellt.

14. Die Fernversuche mit der drahtlosen Telegraphie auf dem Kreuzer der italienischen Kriegsmarine „Carlo Alberto“. Der von Genua nach England fahrende Kreuzer „Carlo Alberto“ war mit Apparaten für drahtlose Telegraphie ausgerüstet und begann am 18. Juni 1902 am Abend die ersten drahtlosen Depeschen mit der Station Lizzard zu wechseln. Als am 26. Juni Marconi in der Nähe von Poole an Bord des Schiffes kam und dortselbst seinen neuen magnetischen Wellenempfänger vorführte, schlug Kontreadmiral Carlo Mirabello vor, während der Rückfahrt des Schiffes Fernversuche mittels drahtloser Telegraphie durchzuführen. Während der Festlichkeiten aus Anlass der englischen Krönungsfeierlichkeiten wurden die Maste des Schiffes um ungefähr 10 m erhöht. Statt jedoch gleich die Rückfahrt anzutreten, wurde das Schiff, aus Anlass des Besuches des Königs von Italien am russischen Hofe, beordert, die Reise nach Kronstadt anzutreten, und diese Gelegenheit dazu benutzt, eine Reihe von Vorversuchen durchzuführen. Zu diesem Zwecke wurde in der Nacht vom 7. Juli auf den Hintermast eine 16 m lange Stange aufgesetzt und zwischen derselben und dem Vordermast ein vierfacher Luftdraht gespannt, wie dies aus Fig. 122 zu entnehmen ist. Am 11. Juli schiffte sich Marconi ein, um die Versuche persönlich zu leiten.

Die Luftdrähte waren in der sorgfältigsten Weise mittels Ketten von Porzellanisolatoren isoliert, und ausserdem die Mastdrähte durch eine Ebonitröhre vor jeder Ableitung geschützt. Die Einrichtung des Schiffes, wurde auf die zur Aufnahme von Nachrichten erforderlichen Apparate beschränkt, so dass die Vermittelung nur eine einseitige sein konnte. Als Empfänger gelangten Fritter der Marconi-Type mit

Fig. 122.



metallischem Pulver zur Anwendung und wurden die Signale durch einen gewöhnlichen Morseschreiber aufgenommen.

Ausserdem gelangten noch drei der neuen magnetischen Wellenempfänger von Marconi in Verbindung mit Telephonen zur Benutzung. Die Empfänger waren auf die von der Station Poldhu zu entsendenden Wellenlängen abgestimmt.

Die Einrichtung der Station Poldhu war dieselbe, wie selbe von Marconi für seine früheren Versuche benutzt wurde. Die Luftdrähte dieser Station bestanden aus vier Abteilungen von je 100 verzinnnten blanken Kupferdrähten, die an gespannten isolierten Stahlseilen zwischen vier je 70 m hohen und 60 m voneinander entfernten Holztürmen aufgehängt wurden.

Die so entstandenen vier Abteilungen der Drähte waren unterhalb des Daches der Zentralstation und zwar in einer Höhe von 4 m über dem Boden miteinander verbunden, dass sie eine umgekehrte Pyramide bildeten (s. Fig. 82). Die einzelnen Drähte waren an der Basis der Pyramide 50 cm voneinander entfernt. Das Potential, auf welches diese Drähte geladen, war ausreichend, um zwischen einem dieser Drähte und einem mit der Erde verbundenen Kupferdrahte einen Funken von 30 cm überspringen zu lassen.

Die Zeiteinteilung für die Abgabe von Nachrichten seitens der

Station Poldhu war folgendermassen geregelt: Depeschen waren jeden Tag zu geben, von Mittag bis 1 Uhr nachmittags und von 1 Uhr bis 3 Uhr am Morgen in jeder Nacht.

Hierbei hatte diese Station in den ersten 10 Minuten jeder Viertelstunde vorerst das Zeichen CA (Carlo Alberto) zu geben und jedem derselben eine lange Serie von s anzuhängen und sodann eine Nachricht zu bringen, welche das allgemeine Interesse am meisten in Anspruch nimmt.

Mittags, den 7. Juli, begann Marconi in Gegenwart des Kontre-admirals Mirabello und mehrerer anderer, die von Poldhu über ganz England und ein grosses Stück See entsendeten Telegramme persönlich aufzunehmen. Bei diesem Anlasse konnte der Einfluss des Landes auf die Fortpflanzung elektrischer Wellen grösserer Länge, als selbe gewöhnlich angewendet werden, zum erstenmal studiert werden. Es lagen bereits 500 km Landes zwischen Send- und Empfangsstation.

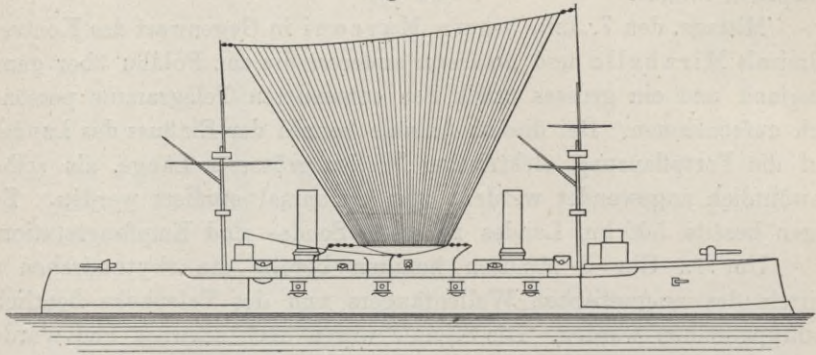
Um 12 Uhr 5 Minuten konnten bereits die rhythmischen s mittels des magnetischen Wellenfängers und des Telephons deutlich wahrgenommen werden. Die Signale waren noch schwach und wurde die Ursache hieran der noch unvollkommenen gegenseitigen Abstimmung zwischen den beiden Stationen, sowie dem Einflusse des Tageslichtes zugeschrieben.

Am 8. Juli wurden Telegramme von Poldhu mittels Fritters und Morseschreibers in vollkommen guter Weise aufgenommen. Kurz nach 1 Uhr und noch bevor die Telegramme von Poldhu eingestellt wurden, konnten die Telegramme der längs der Ostküste zerstreuten Stationen für drahtlose Telegraphie der „Marconi Wireless Telegraph Co.“ aufgenommen werden.

Um 1 Uhr morgens am 9. Juli wurden die von Poldhu entsendeten Depeschen, trotzdem die Entfernung bereits 900 km betrug, viel besser aufgenommen, als am Vortage und konnten auch schriftlich am Morseschreiber erhalten werden. Diese Verbesserung wurde den günstigeren Bedingungen für die Entsendung während der Nachtzeit zugeschrieben. Die Verständigung blieb die folgenden Tage bis in die Nacht vom 11. Juli gleich gut, wiewohl sich die Entfernung bedeutend vergrössert hatte und das ganze skandinavische Festland zwischen Sender und Empfänger lag. In der Nacht zum 12. Juli langte das Schiff in Kronstadt an. Die daselbst erhaltenen Signale waren anfangs sehr schwach und suchte man dies der geringeren Leitungsfähigkeit des Süsswassers, in welchem das Schiff lag, zuzuschreiben. Es wurde nun erstrebt, durch bessere Abstimmung des Luftleiters des

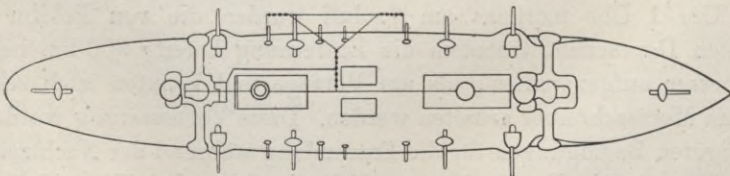
Schiffes auf die Schwingungsperiode des Luftleiters in Poldhu die Wirkung zu verstärken. Zu diesem Zwecke wurde, wie dies aus Fig. 123 und 124 zu ersehen, ein Netzwerk von 50 leichten und biegsamen Drähten angeordnet, die an einem zwischen den Enden der beiden Maste isoliert befestigten Stahldrahtseil befestigt waren und von da zu Deck geführt wurden. Diese Drähte wurden nun so angeordnet, dass deren natürliche

Fig. 123.



oder Eigenschwingungsperiode sich mit jener der entsendeten Wellen im Einklange befand. Mit dieser so abgeänderten Einrichtung konnte nun eine von Poldhu entsendete Reihe von  $s$  mit grosser Deutlichkeit mittels des Telephons aufgenommen werden. In den folgenden Tagen erwies sich die Aufnahme von in der Nacht entsendeten Nachrichten als sehr zuverlässig. Späterhin, als sich das Schiff auf der Rückreise

Fig. 124.



nach England nordöstlich von der Insel Gothland befand, war die Aufnahme mittels des elektromagnetischen Wellenempfängers eine so gute, dass es schwer zu glauben war, eine Entfernung von 2000 km mit zwischenliegendem Land drahtlos überbrückt zu haben. In dieser Nacht wurde jedoch späterhin die Uebertragung durch häufige atmosphärische Entladungen vielfach gestört. Wenn die Zeichen auch mit dem Morsepempfänger nicht mehr aufgenommen zu werden vermochten, so war es

aber dennoch möglich, alle Mitteilungen mittels Telephones so abzulesen, dass selbe verständlich wurden.

Die Anordnung passender Nebenschlüsse verschiedener Schwingungsperioden zu den Luftdrähten ermöglichte es jedoch, alle Störungen durch diese atmosphärischen Entladungen fast vollständig zu beseitigen.

Späterhin begannen die Zeichen immer schwächer zu werden, um endlich ganz auszusetzen. Eine versuchte Aenderung des Schiffskurses blieb ohne Einfluss, so dass der alte Kurs wieder aufgenommen wurde. Nach kurzer Zeit traten die Zeichen wieder auf, aber in einer solch wechselnden Weise, dass die Wirkung einer Phasendifferenz zwischen den durch die Erde übermittelten direkten Wellen und den durch die See und die verschiedenen Kanäle übertragenen indirekten Wellen zugeschrieben werden musste.

Als das Schiff im Innenhafen von Kiel ankerte, war der Empfang der einlangenden Mitteilungen wieder ein so vollkommener, dass alle Nachrichten durch den Morseschreiber direkt festgelegt werden konnten. Die Aufnahme blieb nun während der ganzen übrigen Reise bis zur Rückkehr nach England eine gleich vorzügliche.

In Plymouth angelangt, wurden die Versuche durch einige Tage noch fortgesetzt, um den Einfluss des Tageslichtes auf die Uebertragungswirkung zu studieren, wobei die zur Erzeugung der elektrischen Wellen in Poldhu aufgewendete elektrische Energie wesentlich herabgemindert wurde. Es zeigte sich jedoch, dass auf diese kurze Entfernung ein Einfluss des Tageslichtes nicht festzustellen und der Empfang bei Tag und bei Nacht ein gleich guter war.

Während der folgenden zwanzig Tage wurden die Versuche eingestellt, um neue Empfangseinrichtungen an den Masten zu befestigen, welche zu diesem Zwecke entsprechend erhöht wurden. Die Maste trugen ein Netz von 54 Drähten, welche ungefähr 50 m über die Kommandobrücke erhöht waren.

Marconi schiffte sich am 25. August wieder ein und das Schiff verliess den Hafen von Mullion noch am selben Tage, um nach dem Hafen von Ferrol zu gelangen, woselbst längerer Aufenthalt genommen wurde, um die besten Bedingungen für die Abstimmung zu ermitteln. Während der ganzen Zeit blieb das Schiff in konstanter Verbindung mit der Sendestation und wurden alle Nachrichten von Interesse hier früher bekannt, als durch die spanische Presse.

Am 30. August verliess der Kreuzer den Hafen von Ferrol, um nach Cadix zu gehen. Während dieser Fahrt wurde die grösste Auf-

merksamkeit dem Studium der Entfernung gewidmet, bei welcher die Signale zur Tageszeit zu verschwinden beginnen, und wurde hierbei gefunden, dass dieses Versagen bei 1000 km aufzutreten begann. Diese Entfernung ist aber von der in der Sendestation aufgewendeten Energiemenge abhängig und kann daher nicht als Maximum der bei Tage erreichbaren Entfernung angesehen werden.

In der Nacht vom 30. zum 31. August wurde das Kap St. Vincent umschifft und trat sohin das spanische Festland in den Wellenweg. Dessenungeachtet langten alle Zeichen in fortwährend gleich guter Weise an und konnten in Cadix alle einlangenden Telegramme, welche die wichtigsten Tagesneuigkeiten betrafen, ohne das geringste Hindernis aufgenommen werden.

Am 3. September verliess der „Carlo Alberto“ den Hafen von Cadix um nach Cagliari abzusegeln. In der folgenden Nacht wurde versucht, im innersten Hafen von Gibraltar die Nachrichten aufzunehmen und gelang dies so gut, dass beispielsweise ein wichtiges Telegramm mittels Morseschreiber in der klarsten Weise aufgezeichnet wurde.

In den drei folgenden Tagen war die Aufnahme aller Telegramme eine durchaus gute, was deswegen überraschte, weil das ganze Mittelmeer von gebirgigen Ländern umgeben ist.

Am 7. September lief das Schiff den Hafen von Cagliari an und nahm daselbst drei historische Telegramme und zwar an den König von Italien, den Admiral Mirabello und an den italienischen Kriegsminister auf.

Die Zeichen langten auf dem Morseschreiber in einer so deutlichen Weise an, dass selbe einer über einen Draht beförderten und mittels Morseschreiber niedergelegten Depesche, in Bezug auf Klarheit der Schrift, nahezu vollkommen gleich kamen. Die Entfernung zwischen Poldhu und Cagliari beträgt 1540 km.

Diese Thatsachen führen nun nach Marconi zu folgenden Schlussfolgerungen:

1. Die Entfernung, über welche elektrische Wellen längs des Erdballes entsendet werden können, ist eine unbegrenzte und hängt selbe nur von der die Wellen erzeugenden elektrischen Energie ab.

2. Zwischen der Sende- und Empfangsstation befindliches Land behindert die Verbindung derselben nicht.

3. Das Sonnenlicht verringert die Entfernung der möglichen Uebertragung und bedingt infolgedessen auf die gleiche Entfernung einen höheren Energieaufwand bei Tage als bei Nacht.

4. Der Einfluss von atmosphärischen elektrischen Entladungen macht es notwendig, die Empfindlichkeit der Apparate zu verringern, um von denselben unabhängig zu werden. Um aber diese geringere Empfindlichkeit zu kompensieren, muss die Energie der Uebertragung zu gleicher Zeit vergrössert werden.

5. Der Wirkungsgrad des elektromagnetischen Wellenempfängers ist bedeutend grösser, als der irgend eines Fritters und zwar nicht bloss aus dem Grunde, weil derselbe keiner Regulierung bedarf, sondern auch, weil derselbe im Arbeiten eine absolute Konstanz zeigt und eine ganz ausserordentliche Empfindlichkeit besitzt.

15. Die Versuche von Dr. Georg Seibt mit schnellen elektrischen Schwingungen<sup>1)</sup>. Diese Versuche und Experimente stehen mit der Wellentelegraphie in engstem Zusammenhange, da hier die Erscheinungen der Resonanz und Interferenz in ausgeprägtester Weise zu Tage treten und gerade diese Erscheinungen bei der Wellentelegraphie, ebenso wie bei anderen technischen Einrichtungen eine wichtige Rolle spielen. Bei diesen Experimenten handelte es sich um schnelle elektrische Schwingungen von einer Grössenordnung, wie solche in der drahtlosen Telegraphie verwendet werden. Die Wellenlänge dieser Schwingungen liegt zwischen 100—1000 m, und ist es bei solchen Längen nicht notwendig, mit der elektromagnetischen Lichttheorie zu arbeiten, sondern man kann mit den Begriffen der Kapazität, der Selbstinduktion und des Widerstandes rechnen, ohne zu Trugschlüssen zu gelangen. Diese Erkenntnis hat nun zu einer ausserordentlichen Vereinfachung der Darstellung geführt und gelangt man unter der Anwendung der Kirchhoffschen Behandlungsweise, indem man den Vorgang des Stromflusses und der Ladung eines Leiter-elementes mathematisch in Ansatz bringt, zu folgender Differentialgleichung:

$$\frac{1}{C} \frac{d^2 i}{dx^2} = w \frac{di}{dt} + C \frac{d^2 i}{dt^2}$$

welche die bekannte Telegraphengleichung ist, welche den Ausgangspunkt zu vielen Untersuchungen bildet.

Die theoretische Akustik liefert nun für die Bewegung der Luft in einem engen Kanal dieselbe Gleichung, wobei selbstredend den Konstanten eine andere Bedeutung innewohnen muss. So wird an Stelle der Kapazität der reziproke Wert des Druckes und des Verhältnisses der spezifischen Wärmen, an Stelle der Selbstinduktion

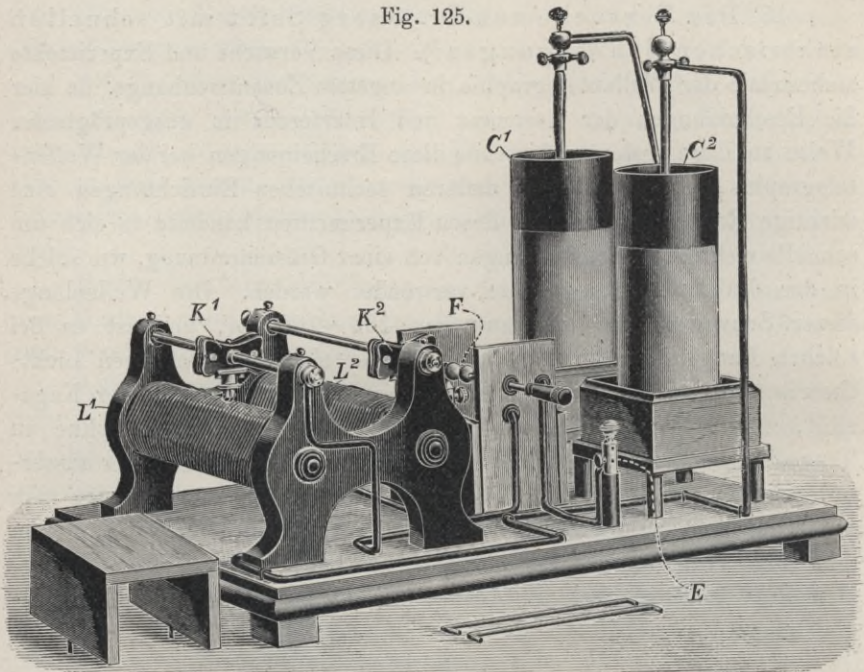
<sup>1)</sup> E.T.Z. 1903, Heft 6.

die Dichte und an Stelle des Ohmschen Widerstandes der Reibungswiderstand zu setzen sein.

Da nun der Naturvorgang, ausser von den Begrenzungen an Raum und Zeit, nur von dieser Differentialgleichung abhängig ist, so folgt hieraus, dass die Bewegung der Elektrizität und der Luft verwandte Gesetze befolgen und in ähnlicher Form in Erscheinung treten können.

Das von Seibt für seine Versuche verwendete Instrumentarium bestand aus einem Thomsonschen Schwingungskreise (Fig. 125 in

Fig. 125.



Ansicht und Fig. 126 schematisch), zusammengesetzt aus einer Batterie von Leydenerflaschen  $C_1 C_2$ , einer Funkenstrecke  $F$  und einer regelbaren Selbstinduktion  $K_1 K_2$ . Dadurch dass die Leydenerflaschen leicht parallel und in Reihe geschaltet werden können und die Selbstinduktion regelbar ist, lassen sich die Schwingungszahlen innerhalb weiter Grenzen verändern. Der eine Pol  $E$  der Funkenstrecke ist geerdet und an die Belegung  $P$  der Kapazität  $C^2$  wurde eine Resonanzspule  $R$  angeschlossen. Durch die Verwendung einer Spule an Stelle eines geradlinigen Drahtes bilden sich die Wellen viel reiner und kräftiger aus,



weil die Dämpfung derselben durch Stromwärme und Strahlung eine sehr geringe ist.

In diesem Apparate spielt sich nun folgender physikalische Vorgang ab: Die langsamen Schwingungen des Induktoriums laden die Leydener Flaschen mit elektrischer Energie bis durch die ansteigende Spannung die Funkenstrecke durchbrochen wird. In diesem Augenblicke setzen in bekannter Weise die elektrischen Schwingungen ein, deren Periode sich, wenn man von der angeschlossenen Spule absieht, nach der Formel

$$T = 2\pi \sqrt{CL}$$

berechnen lässt. Die Energiemengen der Schwingungen sind sehr gross, dagegen ist die Dämpfung eine sehr geringe und lässt sich demnach der Thomsonsche Kreis als eine Stromquelle oder gewissermassen als eine Dynamomaschine für sehr schnelle elektrische Schwingungen ansehen. Diese Schwingungen werden in die Resonanzspule geleitet, pflanzen sich in ihr fort, werden an den Enden derselben zurückgeworfen und geben hierdurch zur Entstehung stehender elektrischer Wellen Veranlassung.

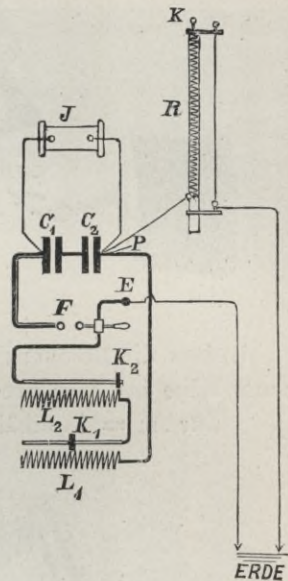
Es vollzieht sich im elektrischen Sinne genau dasselbe wie im akustischen Sinne in dem in Fig. 127 dargestellten Rohre, dessen eines Ende durch eine Decke abgeschlossen wird. Schlägt man die Stimmgabel an und hält selbe vor die Oeffnung des Rohres, so gerät auch dieses in Schwingungen. Die Stärke dieser Schwingungen ist jedoch verschieden, je nachdem die Eigenschwingungen der Stimmgabel mit der Eigenschwingung des Rohres übereinstimmt oder nicht. Die Stimmgabel entspricht hier dem Thomsonschen Schwingungskreise und das Rohr der Resonanzspule.

Sieht man von der Dämpfung ab, so drückt sich die Bedingung der Resonanz durch die Gleichung

$$l = \frac{m}{4} \lambda$$

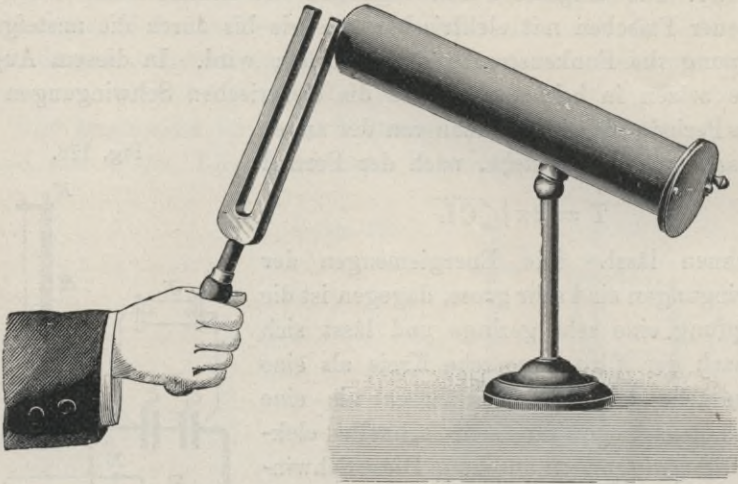
aus, wobei  $l$  die Länge der Spule oder des Rohres,  $\lambda$  die Wellenlänge und  $m$  eine beliebige gerade Zahl bedeutet.  $m$  kann beliebig viele Werte annehmen und lässt sich demnach die Bedingung der Resonanz

Fig. 126.



auf unendlich viele Arten erfüllen. Da jedoch in Wirklichkeit noch der Einfluss der Dämpfung zu berücksichtigen ist und dieser dahin

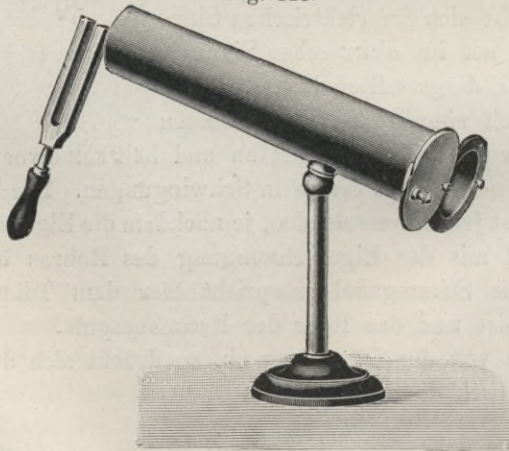
Fig. 127.



geht, dass die Resonanz mit wachsendem  $m$  immer undeutlicher wird, muss selbe bei sehr grossem  $m$  völlig verschwinden.

Für  $m = 1$  erhält man Resonanz mit der Grundschwingung.

Fig. 128.



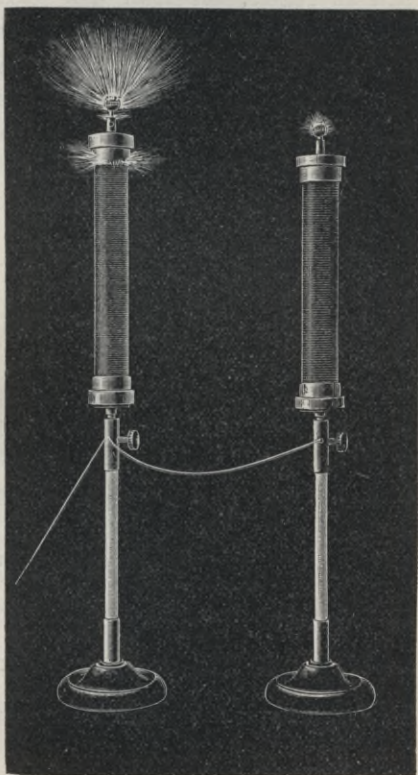
Spule und Rohr schwingen in einer Viertelwelle. Für die erste Oberschwingung ist  $m = 3$ , wobei Spule und Rohr in  $\frac{3}{4}$  Wellen schwingen.  $m = 5$  entspricht der zweiten Oberschwingung u. s. f.

Ein Bild der mathematisch ableitbaren Resonanzgleichung lässt sich nun aus folgender einfachen Vorstellung gewinnen: An dem geschlossenen Ende des Rohres und dem freien Ende der Spule ist eine natürliche Begrenzung der Bewegung vorhanden. Es findet sich daher dort stets ein Knoten der Strömung und ein Bauch der Spannung. An dem anderen Ende hingegen kann die Luft frei in die Atmosphäre bezw. die Elektrizität ungehindert in das grosse Reservoir des Thomsonschen Kreises gelangen. Es stellt sich dadurch ein Minimum der Spannung und ein Maximum der Strömung ein. Der Ausgleich zwischen dem Knoten an dem einen und dem Bauch an dem anderen Ende wird aber durch  $\frac{1}{4}$ , oder  $\frac{3}{4}$  oder  $\frac{5}{4}$  Wellen u. s. f. dargestellt, also genau so, wie die erwähnte Resonanzgleichung besagt.

Verbindet man das obere Ende der Spule mit der Erde, so kann sich die Elektrizität dort frei bewegen, man wird aber dort trotzdem einen Knoten der Spannung erhalten müssen. Das Gleiche geschieht auch für die Luftwelle im Rohre, wenn der Verschluss desselben abgenommen wird (Fig. 128).

Werden nun zwei kleine Spulen (Fig. 129) parallel zu einander an den Thomsonschen Kreis angeschlossen, die in Bezug auf Drahtlänge und Stärke und daher auch in Bezug auf ihre Eigenschwingungen verschieden sind, und setzt man das Induktorium in Gang, wobei die Regulierspulen vollständig ausgeschaltet sind, so zeigen die Spulen noch kein merklich verschiedenes Verhalten. Es rührt dies daher, dass die Schwingungszahl, weil hier nur die Selbstinduktion der Zuleitungsdrähte in Frage kommt, sehr hoch ist. Allerdings lassen sich aus diesen beiden Spulen kleine Fünkchen ziehen, diese sind aber nur wenige Millimeter lang.

Fig. 129.



Verlangsamt man hingegen die Periode des Erregerkreises durch Zuschalten von Selbstinduktion, so nähert man sich immer mehr der Eigenschwingung der einen dieser Spulen, beispielsweise der Rechten und sprüht dieselbe sodann in lebhaftem Büschellicht. Werden die Schwingungen durch weiteres Zuschalten von Selbstinduktion noch mehr verlangsamt, so entfernt man sich wieder von der Eigenschwingung dieser Spule und nähert sich der Eigenschwingung der zweiten Spule. Es wird die rechte Spule stille und die linke beginnt sich zu regen, bis man das Maximum ihrer Wirkung erreicht. Bei Zuschalten von noch mehr Selbstinduktion hören beide Spulen zu leuchten auf. Es lassen sich hingegen noch immer Funken von ungefähr 10 mm aus denselben herausziehen, was beweist, dass die Verstimmung der Resonanzspulen gegen langsamere Schwingungen nicht so vollkommen ist, wie gegen die sehr schnellen Schwingungen.

Führt man in die Formel für die Resonanzbedingung

$$l = \frac{m}{4} \lambda$$

die Periodenzeit ein, so stellt sich diese Formel wie folgt dar!

$$mT = 4 \sqrt{CL}$$

Diese Formel ist ähnlich derselben, welche für die Periodenzeit erhalten wird, wenn man die Kapazität nicht gleichmässig verteilt, sondern auf einer Stelle zusammengedrängt annimmt. Diese Formel lautet

$$T = 2\pi \sqrt{CL}$$

und unterscheidet sich von der vorstehenden Formel nur dadurch, dass an Stelle des Faktors  $\frac{4}{m}$  der Faktor  $2\pi$  tritt. Die Eigenschwingung ist demnach bei verteilter Kapazität schneller und treten ausserdem noch Oberschwingungen auf.

Dass die Eigenschwingung thatsächlich von der Kapazität abhängig ist, erweist sich dadurch, dass bei einer auf Resonanz gebrachten Spule das Büschellicht sofort verschwindet, wenn man der Spule die Hand nähert und dadurch deren Kapazität vergrössert. Stellt man jedoch die Kapazität des Erregerkreises im vornehinein etwas zu gross ein, so dass die Spule eben zu leuchten aufhört, und nähert man sodann dieser Spule die Hand, wodurch deren Eigenton vertieft wird, so tritt das Büschellicht wieder hervor und die Spule befindet sich wieder in Resonanz.

In gleicher Weise lässt sich eine solche Resonanzspule [durch Anhängen eines Metallgegenstandes leicht verstimmen und durch Erhöhung der Selbstinduktion im Erregerkreise wieder in den Resonanz-

Fig. 130.

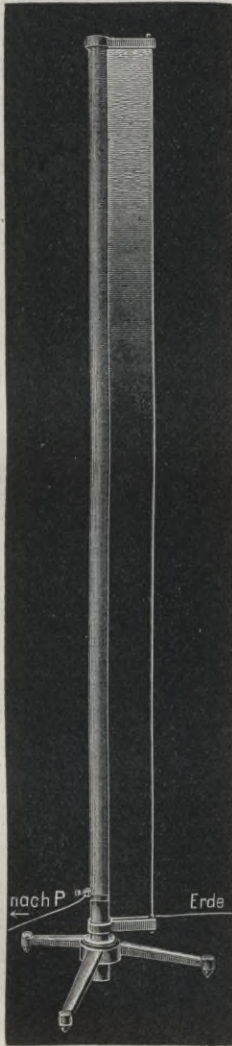
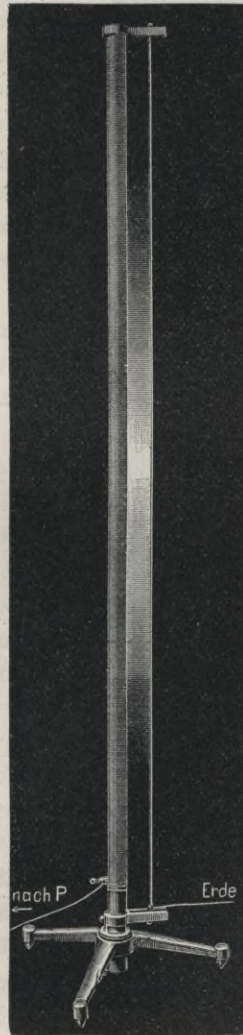


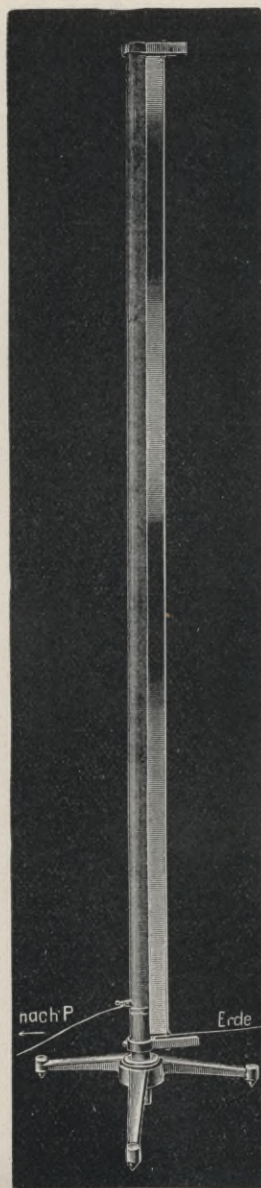
Fig. 131.



zustand zurückführen. Die Kapazität wirkt hier wie eine zusätzliche Drahtlänge, also so, als ob die Spule länger wäre.

Um den Wellenverlauf in objektiver Weise darzustellen, bediente sich Seibt einer 2 m langen Spule (Fig. 130 bis 132), zu welcher

Fig. 132.



parallel ein feiner Stahldraht gezogen wurde, dessen unteres Ende mit der Erde verbunden war.

Stimmt man zunächst auf die Grundschwingung  $m = 1$  ab, so entsteht an dem oberen Ende der Spule ein starker Spannungsbau und es zieht sich längs der Spule ein bläulich weisses Lichtband von ziemlich bedeutender Leuchtkraft (Fig. 130).

Bei Abstimmung auf den ersten Oberton ist die Resonanz viel schwächer und treten dementsprechend auch die Spannungsbäuche weniger stark hervor.

Bei Darstellung der Abstimmung auf den zweiten und dritten Oberton zeigt sich, dass die Erscheinungen immer weniger deutlich zum Ausdrucke gelangen.

Verbindet man das obere Ende der Spule mit der Erde oder, was dasselbe ist, mit einem parallelen geerdeten Drahte, so tritt auch dort stets ein Knoten der Spannung auf. In Fig. 131 findet sich die Darstellung des Lichtbildes bei Einstellung auf eine halbe und eine ganze Welle und in Fig. 132 eine solche bei Einstellung auf  $\frac{5}{4}$  und  $\frac{7}{4}$  Wellen.

Die Nutzenanwendung dieser Versuche auf die praktische Wellentelegraphie findet sich aus folgenden Erläuterungen. In den Sendestationen werden jetzt ganz allgemein die von Prof. Ferdinand Braun herrührenden Schaltungsweisen benutzt. Hierbei sind zwei Ausführungsformen in Gebrauch und zwar die direkte Erregung des Senders durch aufgezogene Schwingungen (siehe Fig. 4) und die magnetische Koppelung des Senders mit dem primären Kreise (Tesla-Transformator, Jigger, siehe Fig. 5). Die erstere Anordnung

unterscheidet sich von der Anordnung nach Seibt nur dadurch, dass Sendendraht und Resonanzspule miteinander vertauscht sind.

Ein Vergleich dieser Anordnung mit den ursprünglichen Anord-

nungen von Marconi und Slaby ergibt nun die Ueberlegenheit der Braunschen Anordnung. Der Marconi-Sender, ein einfacher unten geerdeter Vertikalleiter, welcher nur von der Funkenstrecke durchbrochen ist, wird von dem Induktorium einmal mit elektrischen Massen geladen. Das Fassungsvermögen oder die Kapazität dieses Leiters ist eine sehr geringe und geht daher in dem Augenblicke, wo die Entladung einsetzt, auch die gesamte elektrische Energie unmittelbar in das elektromagnetische Feld über. Die Schwingungen sind daher zeitlich sehr stark gedämpft und wirken demnach auf den Empfänger nahezu wie ein einmaliger Anstoss. Es ist sohin eine entsprechende Resonanz zwischen Sender und Empfänger mit dieser Einrichtung ebensowenig zu erreichen, wie mit der Slaby-Arcoschen Schleife.

Bei der Schaltung von Braun ist der Senderdraht zwar ebenfalls durch die Strahlung stark gedämpft, was ja für die Fernwirkung geradezu unerlässlich ist. Der an den Sendedraht direkt oder indirekt angeschlossene Thomsonsche Kreis stellt jedoch ein elektrisch sehr viel schwereres System dar, welches einen grossen Energieinhalt und wenig Dämpfung hat, so dass von demselben fortwährend Energie auf den Senderdraht überfliesst.

Die Schwingungen dauern daher durch längere Zeit mit nahezu gleich bleibender Amplitude an und sind sohin die Vorbedingungen für eine Abstimmung gegeben.

Dass nun thatsächlich Resonanz zwischen Sender und Empfänger stattfindet, lässt sich mit der in Fig. 129 dargestellten Einrichtung ebenfalls erweisen. Da in der praktischen Wellentelegraphie der Sendedraht auf eine Viertelwelle abgestimmt wird, muss auch die Resonanzspule, welche hier den Sender vertritt, auf eine Viertelwelle abgestimmt werden. Bringt man nun in entsprechender Entfernung eine mit der Resonanzspule kongruente Empfangsspule, welche an ihrer Spitze eine kleine Geissler-Röhre trägt, so leuchtet dieselbe bei Bethätigung des Induktoriums hell auf. Bei Anwendung einer anderen nicht abgestimmten Spule, oder bei Aenderung der Wellenlänge in der Resonanzspule bleibt die Vakuumlampe dagegen dunkel.

Diese Verstimmung tritt bei der Empfangsspule nicht so auffallend hervor, wenn dieselbe von Schwingungen getroffen wird, welche sehr viel tiefer sind als die Eigenschwingung der Spule. Es lässt sich demnach durch die Entsendung sehr langsamer Schwingungen die schönste Abstimmung zu nichte machen.

Dementsprechend muss nach Ansicht Seibts der drahtlose Verkehr zwischen Europa und Amerika allen übrigen Verkehr lahm-

legen<sup>1)</sup>, da die Wellenlänge, die hier verwendet wird, eine sehr grosse, somit der Grundton ein sehr tiefer ist und ausserdem ganz bedeutende Energiemengen ausgestrahlt werden.

Bei diesen Versuchen von Seibt war der Sender stets geerdet und wurde die Einwirkung des Senders auf den Empfänger sofort bedeutend herabgesetzt, wenn die Erdverbindung gelöst wurde. Der Empfänger blieb bei diesen Versuchen stets von der Erde vollkommen isoliert<sup>2)</sup>.

A. Voller kam bei seinen Versuchen mit dem Seibtschen Schwingungskreise zu Ergebnissen, welche für die Lechersche Anschauung sprechen, dass die bei der elektrischen Wellentelegraphie stattfindende Ausbreitung der Aetherwellen nach Orten, die wegen der Erdkrümmung nicht mehr geradlinig erreicht werden können, durch eine wellenartig sich ausbreitende wechselnde Elektrisierung der Erdkugel zu erklären sei.

Nach Voller war eine in Resonanz mit dem Seibtschen Funkenkreise befindliche, nicht angeschlossene, isolierte Empfängerspule auf höchstens 1 m Abstand zu erregen. Wurde hingegen deren unteres Ende geerdet, so leuchtete die Empfängerspule an jedem beliebigen Punkte des Laboratoriums hell auf. Wurde die Erdung der Seibtschen Anordnung durch eine Kapazität ersetzt, so blieb die Wirkung nur auf einen minimalen Abstand beschränkt, gleichgültig, ob die Empfängerspule geerdet war oder nicht.

Dies spricht wieder für die Lechersche Anschauung, dass als Ausgangspunkt der oszillatorischen Elektrisierung der Erdkugel nicht der geerdete Fusspunkt des Senderstrahles, sondern ein symmetrisch auf der entgegengesetzt elektrischen Belegung des Flaschenkreises liegender Erdanschlusspunkt anzusehen ist.

---

<sup>1)</sup> Nach den Untersuchungen Flemings soll dies jedoch nicht der Fall sein und eine Störung der Schiffskorrespondenz nicht bemerkbar werden. Dem widerspricht jedoch die festgelegte Thatsache, dass die anlässlich eines Vortrages des Prof. Fleming in London abgehaltenen Vortrages von Poldhu einlangenden Depeschen durch Nevil Maskelyne zu dem Zwecke gestört wurden, um nachzuweisen, dass eine vollkommene Abstimmung mit der Marconischen Einrichtung dormalen noch nicht erreicht ist.

<sup>2)</sup> Diese Versuche wurden im elektrotechnischen Laboratorium in Charlottenburg durchgeführt. Bei der konstruktiven Durchbildung des Instrumentariums wurde Dr. G. Seibt von der Firma Ferdinand Ernecke in Berlin auf das Beste unterstützt. Einzelne Teile des Instrumentariums sind gesetzlich geschützt und steht der genannten Firma das alleinige Recht des Vertriebes zu.

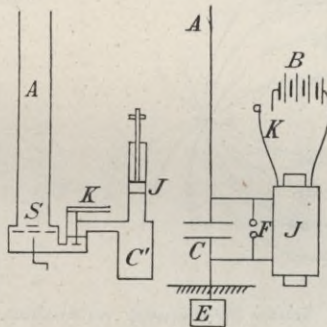


16. Neuere Anschauungen über die Art und Weise des Entstehens und der Fortpflanzung elektrischer Wellen auf Grund der Elektronentheorie<sup>1)</sup>.

Die Aufgabe der drahtlosen Telegraphie liegt in der Erzeugung elektrischer Wellen im Aether und deren Aufnahme an einer entfernten Stelle. In Fig. 133 sind eine Sirene und ein elektrischer Schwingungskreis in schematischer Form dargestellt. Die Sirene besteht aus einer Pumpe I, einem Behälter für gepresste Luft C', einer sich drehenden Scheibe S mit Löchern, welche sich unterhalb einer festen Scheibe mit der gleichen Anzahl von Löchern in gleichem Abstände bewegt, einem Hahn K und einer Luftröhre A.

Die in dem Luftbehälter aufgespeicherte und zusammengedrückte Luft bringt die Scheibe S, wenn der Hahn K geöffnet wird, zur

Fig. 133.



Drehung, wodurch abwechselnd Luftströmungen in die Röhre A eindringen und abwechselnd abgeschnitten werden. Diese Luftströmungen rufen nun in der Röhre einen Ton hervor. In ähnlicher Weise besteht der elektrische Schwingungskreis aus einer Energiequelle B aus der Induktionsspule J, welche der Pumpe entsprechen, ferner aus der Funkenstrecke F, welche an Stelle der sich drehenden Scheibe S tritt, ferner aus einem Kondensator C und einem senkrechten Drahte A. Die Funkenstrecke gestattet und unterbindet abwechselnd den Zutritt der elektrischen Energie der Induktionsspule in den Draht A, wodurch in diesem Drahte, ähnlich wie bei der Sirene in der Röhre A Luftschwingungen, elektrische Schwingungen hervorgerufen werden.

<sup>1)</sup> Dr. J. A. Fleming, Cantor Lectures on „Hertzian Wave Telegraphy“. Engineering 1903.

Die Entstehung elektrischer Wellen lässt sich nun auf Grund der Elektronentheorie wie folgt erklären: Nach Larmor ist ein Elektron ein Energiezentrum des Aethers, von welchem Spannungslinien nach allen Richtungen ausgehen.

Atome sind nach dieser Anschauung nichts anderes als besondere Formen des Aethers, wie denn auch alle Körper als nichts anderes anzusehen sind denn verschiedene Aethergruppierungen. Ein Atom setzt sich aus Elektronen zusammen, durch deren verschiedene Gruppierung und Wertung die verschiedenen Atome entstehen. Ebenso wie nun eine Spannung nicht durch eine einfache Handlung erzeugt werden kann, und um eine solche z. B. durch Verdrehung zu erzielen, der betreffende Körper an einem Ende festgehalten werden muss, ehe an die Verdrehung gedacht werden kann, ebenso kann auch durch ein

Fig. 134.

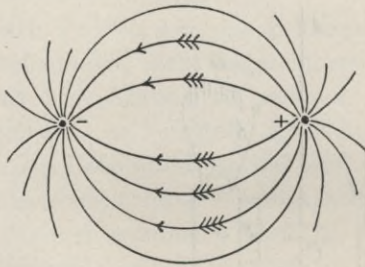
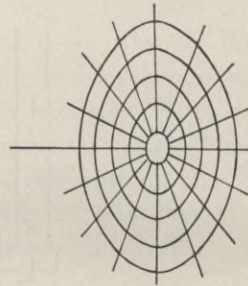


Fig. 135.



Energiezentrum allein keine Spannung entstehen. Es müssen demnach alle Elektronen paarweise auftreten und jedes Paar aus einer positiven und einer negativen Elektrone bestehen. Es lässt sich aber annehmen, dass sich ein oder mehrere Elektronen von einem Atom loslösen lassen und das, was zurückbleibt, wird als Jon- oder Co-Elektron bezeichnet. Wenn nun ein Elektron ein Atom verlässt, so bleibt es mit demselben dennoch durch Kraft- oder elektrische Spannungslinien verbunden, die immer vorhanden bleiben, gleichgültig ob die Entfernung eine grosse oder eine geringe ist. Diese Kraftlinien sind in Fig. 134 dargestellt.

Die Bewegung eines Elektrons ruft nun, wie dies auch mathematisch nachgewiesen werden kann, magnetische Kraftlinien in senkrechter Richtung zu den elektrischen Kraftlinien hervor. Fig. 135 zeigt durch die Strahlen die elektrischen Kraftlinien an, welche durch die Bewegung eines Elektrons hervorgerufen werden, wogegen die geschlossenen konzentrischen Linien den magnetischen Kraftfluss im rechten Winkel zu

den Kraftlinien darstellen. Wenn die positiven und negativen Elektronen sich gegen einander bewegen, so nehmen die elektrischen Kraftlinien, die in Fig. 136 dargestellte Form an. In Fig. 137 sind drei Ringe des magnetischen Kraftflusses längs eines geradlinig elektrisch schwingenden Leiters dargestellt. Ein elektrischer Strom entsteht nach dieser Anschauung durch ein prozessionsartiges Wandern der Elektronen, wobei, wenn sich die Elektronen stets in einer Richtung bewegen, ein Gleichstrom, und wenn sie sich hin und her bewegen ein Wechselstrom erzeugt wird. Hierbei müssen die Elektronen im Verhältnisse zu den Atomen als sehr klein angesehen werden und zwar in einem Vergleichsverhältnisse, wie ein grosser Kirchturm zu den sie umschwärmenden Mücken.

So wurde berechnet, dass ein Quecksilberatom aus mindestens 100 000 Elektronen zusammengesetzt ist. Hierbei müssen die Elek-

Fig. 136.

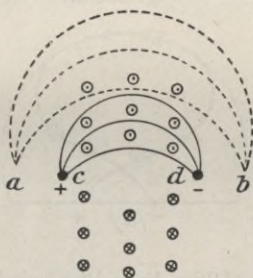
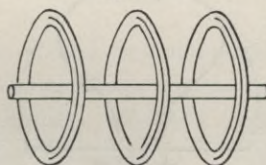


Fig. 137.



tronen nicht notwendigerweise mit einem Atome dauernd vereinigt sein, sondern es kann ein wechselseitiger Austausch zwischen den einzelnen Atomen stattfinden. Die Gleichheit der Atome wird als eine Gleichförmigkeit der Form und nicht als eine Gleichförmigkeit der Masse angesehen. In festen Körpern sind einige der Elektronen fest vereinigt, während andere Elektronen sich in der Form von elektrischen Strömen um dieselben herumbewegen.

Wenn sich die Atome sehr rasch bewegen, so rufen sie elektrische Spannungserscheinungen im Aether hervor, weil sie eine mit der Trägheit vergleichbare Eigenschaft haben. Sie können nicht sofort in rasche Bewegung gesetzt und ebensowenig unmittelbar zur Ruhe gebracht werden. Es erscheint sogar wahrscheinlich, dass das, was unter Trägheit verstanden wird, eine elektrische Erscheinung ist. Der Aether zeigt immer die Eigenschaft der Trägheit und hat eine Zeitkonstante wie jeder andere Körper. Die Fig. 138a bis f zeigen dies

schematisch. Werden die beiden Elektronen  $+$  und  $-$  plötzlich gegeneinander bewegt, so wird die Spannungskurve, durch welche selbe verbunden sind, ausser Form gebracht und nimmt letztere die in Fig. 138 b

Fig. 138 a.

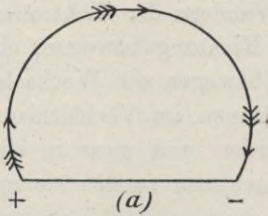
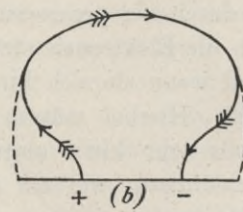


Fig. 138 b.



dargestellte Hufeisenform an, welche bei weiterem Nähern in die Form Fig. 138 c und bei Kreuzung in die Form Fig. 138 d übergeht, wor-

Fig. 138 c.

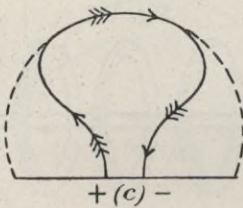
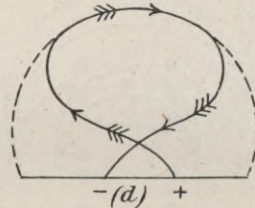


Fig. 138 d.



auf ein selbständiger Spannungsring Fig. 138 e losgelöst wird, welcher sich im Raume verbreitet. Es erscheint wahrscheinlich, dass auf diese

Fig. 138 e.

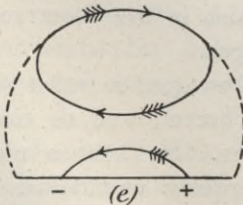
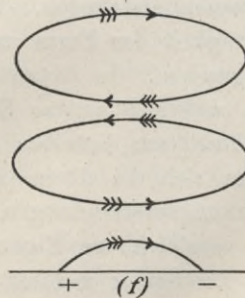


Fig. 138 f.



Weise das Licht entsteht. Die Erzeugung derartiger Spannungsringe oder Ringe von Elektronen fällt nun bei der drahtlosen Telegraphie den Luftdrähten zu.

Bei dem Luftdrahte von Marconi (Fig. 139) wechselt ein Uebermass von Ladung mit Elektronen mit gänzlichen Mangel derselben ab und wirkt die Induktionsspule als eine Art Pumpe, welche abwechselnd die Elektronen in den Draht pumpt und dieselben sodann wieder auspumpt. Diese Elektronen, welche sich nun auf und ab durch den Leiter bewegen, erregen rund um den Leiter elektrische Spannungslinien

Fig. 139.

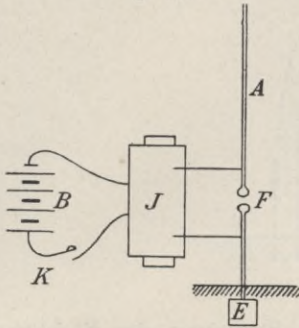
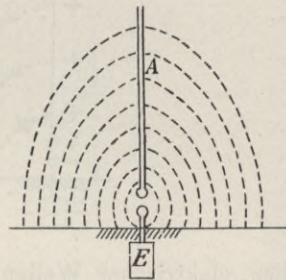


Fig. 140.



linien, wie dies in Fig. 140 gezeigt ist. Diese Spannungslinien lösen sich nun, wie dies die Fig. 141 bis 146 weisen, von dem Leiter los und wandern als elektrische Wellen in den Raum. Fig. 141 zeigt hierbei den Beginn der Wirkung an und hat die Spannung in diesem Augen-

Fig. 141.

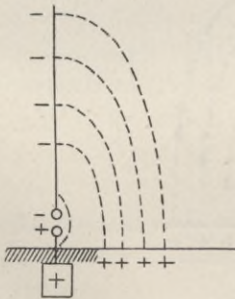
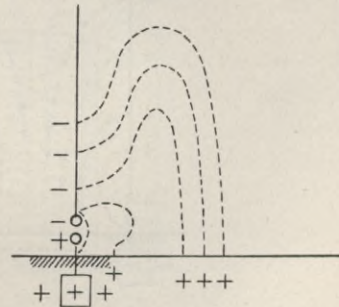


Fig. 142.

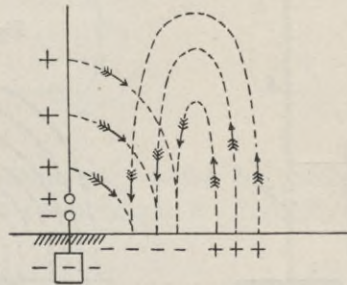


blicke die grösste Höhe erreicht. In Fig. 142 ist die Spannung bereits im Abfall begriffen. Nach Fig. 143 hat sich bereits ein Wellensatz losgelöst und ist die Spannung wieder im Zunehmen begriffen. In Fig. 144 hat sich der erste Wellensatz bereits vollkommen losgelöst und zeigt Fig. 145 schon den zweiten Wellensatz und die beginnende Bildung eines dritten. Fig. 146 zeigt nebst den freien Wellen

auch noch die Linien des magnetischen Kraftflusses in rechtem Winkel zu den Wellenlinien.

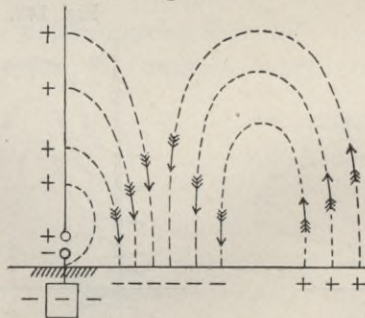
Um den Vorgang in einem derartigen Luftdrahte näher zu erklären, dient ein Vergleich mit einer Orgelpfeife. Ebenso wie das Entstehen eines Tones ausserhalb einer solchen Pfeife von der Bewegung der Luft im Inneren derselben abhängig ist, ebenso ist das

Fig. 143.



Entstehen elektrischer Wellen von der Strömung der Elektronen in dem Luftleiter bedingt. Am besten führt sich dieser Vergleich an einer geschlossenen Pfeife durch, in welche die Luft mittels eines Blasbalges eingetrieben wird. Die Verdichtung der Luft in der Röhre ist an der geschlossenen Spitze am grössten, dagegen an der Aus-

Fig. 144.



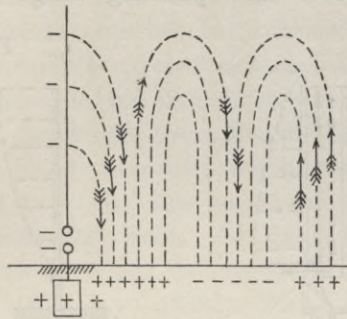
strömungsöffnung nahezu gleich null. In einem Modelle lässt sich die Luftbewegung mittels kleiner, leichter und glänzender Kügelchen sichtbar machen. Wird die Pfeife angeblasen, so bilden sich Gruppen dicht zusammengedrückter Kügelchen, getrennt durch Zonen, die wenig Kügelchen zeigen.

Diese Gruppen entsprechen der Zusammendrückung und der Verdünnung der Luft in der Röhre und stellen die stehenden Wellen dar,

welche in der Röhre entstehen. Die durch eine schmale Spalte des Mundstückes in die Röhre eingelassene Luft bedingt einen leichten Druck auf die Luft innerhalb der Röhre.

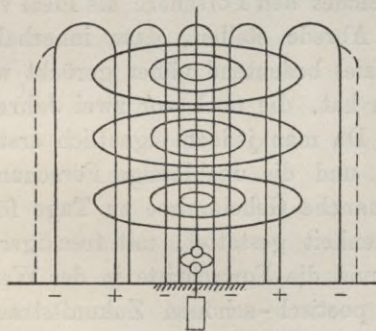
Diese Luft wird zuerst zusammengedrückt, dann kehrt sie durch die feste Wand reflektiert zurück und der entstehende Luftstrom geht

Fig. 145.



nach auswärts. Die Luftteilchen beginnen dann ihre Bewegung wieder von vorne und der Luftstrom wird wieder nach innen geleitet. Diese konstante Bewegung der Luft ist es nun, welche den Ton hervorruft. Die Verdichtung der Luft ist an dem geschlossenen Ende der Röhre am grössten. Der Wechsel der Verdichtung der Luft ist in dem oberen

Fig. 146.



Teile der Röhre am grössten, weil sich hier die Luftteilchen nicht nach auswärts bewegen können. Am Mundstücke dagegen ist der Wechsel des Druckes nicht wahrzunehmen, weil hier die Verbindung mit der Aussenluft hergestellt ist.

Dagegen ist hier die Bewegung der Luft am grössten, weil sich dieselbe hier nahezu unbehindert hin und her bewegen kann. Die

punktierte Kurve in der linksseitigen Fig. 147 zeigt den Verlauf des Druckes innerhalb der Röhre und die rechtsseitige Figur die Bewegung der Luft innerhalb der Röhre, beides für einen gegebenen Zeitpunkt an. In Fig. 148 findet sich die gleiche Darstellung für einen Luftleiter nach Marconi. Dieser Leiter gibt die pneumatische Erscheinung, wie solche für die Orgelpfeife erklärt wurde, auf elektrischem Wege wieder. Der Druck oder die Spannung steigt bis zur Spitze des

Fig. 147.

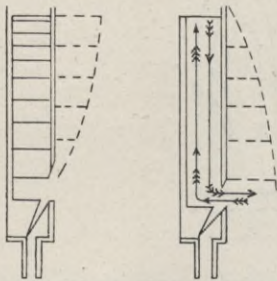
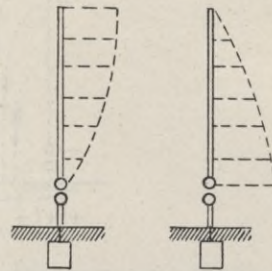


Fig. 148.



Drahtes ununterbrochen an, wogegen der der Luftströmung entsprechende elektrische Strom oder die Bewegung der Elektronen in dem Leiter an der Spitze gleich null ist und von da ab gegen die Funkenstrecke stetig zunimmt.

17. Schlusswort. Ist man auch dermalen noch nicht zu dem Endziele gelangt, welches den Forschern als Ideal vorschwebt, so lässt sich doch nicht in Abrede stellen, dass innerhalb der verflossenen zwei Jahre dem Endziel bedeutend näher gerückt wurde und man Erfolge zu verzeichnen hat, die noch vor zwei Jahren als unerreichbar angesehen wurden. Da man jedoch eigentlich erst am Anbeginn der Entwicklung steht, und die unablässige Forschung im Dunklen der Naturkräfte noch manche Geheimnisse zu Tage fördern wird, ist es ohne Voreingenommenheit gestattet, mit freudiger Erwartung in die Zukunft zu blicken und die Fortschritte in der Weise zu antizipieren, wie solche in dem poetisch-schönen Zukunftstraum Ayrtons eingangs niedergelegt erscheinen.

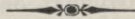
Die nächstliegenden Ziele werden weniger auf die Ueberwindung grosser Entfernungen gerichtet sein, da dieselbe nach den Untersuchungen Marconis schon zu den überwundenen Standpunkten gehört und nur von der aufzuwendenden Energiemenge abhängig ist, als auf die Erzielung einer derartig vollkommenen Abstimmung zwischen Sender und Empfänger, dass die Abnahme oder Störung



einer zu vermittelnden Nachricht durch eine unberufene Station zur Unmöglichkeit wird. Wenn nun auch das Prinzip der elektrischen Abstimmung bereits deutlich festgelegt erscheint, und die damit erzielten Ergebnisse insofern zufriedenstellend sind, als die Ueberwindung grösserer Entfernungen mit bedeutend geringerem Energieaufwand ermöglicht ist, so kann diese Abstimmung doch noch nicht als eine im angedeuteten Sinne vollkommen verlässliche bezeichnet werden. Dieses Endziel zu erreichen, wird man sich gezwungen sehen, von den zwar sehr empfindlichen, aber elektrisch farbenblinden Wellenempfängern abzusehen und trachten müssen, einen Empfänger zu finden, welcher bei gleichbleibender Empfindlichkeit nur auf eine ganz bestimmte Wellenlänge anspricht und hierdurch sozusagen unter den vielen Farbennuancen nur eine und zwar eine ganz bestimmte mit Sicherheit herauszufinden weiss. Ist dieser Versuch jedoch vergeblich, so muss man eben auf die mechanische Abstimmung, wie solche von Anders Bull in so genialer Weise erdacht wurde, übergehen und selbe auf den Höchstpunkt der Vollkommenheit, verbunden mit Einfachheit, zu bringen suchen.

Die Anwendung der drahtlosen oder Funkentelegraphie ist aber dermalen schon von grosser praktischer Bedeutung und dürfte sich in absehbarer Zeit für den gegenseitigen Verkehr der Schiffe und deren Verkehr mit dem Lande als unentbehrliches Hilfsmittel erweisen. Nun bestehen aber bereits viele Systeme der drahtlosen Telegraphie und drängt sich demnach unabweislich die Frage einer internationalen Regelung des funkentelegraphischen Verkehrs auf, um die Monopolisierung eines dieser Systeme hintanzuhalten und dennoch den gegenseitigen Verkehr nicht zu behindern. Die meisten der neueren Systeme beruhen auf der gegenseitigen Abstimmung, indem durch diese Abstimmung nicht nur die Geheimhaltung der Nachrichten teilweise gesichert wird, sondern sich auch mit bedeutend geringerem Energieaufwande viel grössere Entfernungen beherrschen lassen. Die Regelung dieser anscheinend sehr schwer zu lösenden Frage dürfte sich jedoch einfacher gestalten, als vorausgesehen wird. Für den Empfang bleibt es sich vollständig gleichgültig, durch welches System die Entsendung der elektrischen Wellen erfolgt, da diese Wellen ihrer Natur nach vollständig gleichwertig sind und sich nur durch die Wellenlänge unterscheiden können. Wird nun für den internationalen Verkehr eine bestimmte Wellenlänge festgesetzt, so ist auch die Möglichkeit geboten, dass jedes mit entsprechenden Einrichtungen ausgestattete Schiff mit jeder anderen Schiffs- oder Landstation in Verkehr treten kann, ohne

dass hierbei das System der Einrichtung irgendwie einen behindernden Einfluss auszuüben vermöchte. Durch die Festsetzung einer einheitlichen Wellenlänge ist aber die Geheimhaltung von Nachrichten nicht ausgeschlossen, indem es jeder Nation vorbehalten werden kann, für ihre besonderen Zwecke noch eine zweite bezw. dritte Wellenlänge in Anwendung zu bringen. Dementsprechend wären sämtliche Stationen so einzurichten, dass sie mit zwei verschiedenen Wellenlängen verkehren können, wovon eine für den allgemeinen und eine für den engeren Verkehr bestimmt ist. Da dies schon bei der heutigen Entwicklung der drahtlosen Telegraphie keine Schwierigkeiten bietet, so steht auch der endgültigen Lösung dieser wichtigen Frage kein schwerwiegendes Hindernis entgegen.









Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-352029**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316090

TECHNICZNE KRAKÓW

KLASYFICACJA

431

3. 1. X. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-352030**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316092

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-352031**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316093

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-352032**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316094

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-352033**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316095

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-352034**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316096

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-351649**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299088