

Die Grundlagen  
der  
**drahtlosen Telegraphie.**

Von

**Prof. Dr. Max Reithoffer.**

---

Vortrag, gehalten den 11. Dezember 1907.

*(Mit Demonstrationen.)*



In diesen Tagen ist viel die Rede gewesen von dem neuesten Erfolge der drahtlosen Telegraphie, der Eröffnung eines regelrechten drahtlosen Telegraphendienstes zwischen Europa und Amerika, welchen die Marconi-Gesellschaft zwischen der Glace Bay in Neuschottland und Clifden in Irland eingerichtet hat. Damit hat dieser jüngste Zweig der technischen Wissenschaften einen glänzenden Beweis seiner Leistungsfähigkeit abgelegt und die zuversichtliche Erwartung der Wissenschaft gerechtfertigt. Auch neue Methoden der Erregung elektrischer Wellen wurden erfunden. Insbesondere ist es gelungen, ungedämpfte elektrische Wellen hoher Schwingungszahl zu erzeugen und durch den Raum zu senden, wodurch nicht nur eine Verbesserung in der Wellentelegraphie erzielt war, sondern auch die Möglichkeit der drahtlosen Telephonie geschaffen wurde. Die Apparate wurden verbessert, neue Systeme ersonnen, die Sicherheit und Störungsfreiheit des drahtlosen Nachrichtendienstes erhöht und eine ganz beträchtliche Zahl

---

Anmerkung. Wegen der Schwierigkeit, die vielen vorgeführten Versuche im Bilde zur Darstellung zu bringen, mußte davon abgesehen werden und es bilden die folgenden Zeilen nur einen gekürzten Bericht des Vortrages.

von Stationen errichtet. So schnell arbeitet heute der Techniker. Vor wenig mehr als 10 Jahren hat Marconi die ersten schüchternen Versuche auf diesem Gebiete gemacht und heute ist die drahtlose Telegraphie bereits ein fester Bestand der Kultur. Vielleicht nirgend so wie auf diesem Gebiete sah man, wie Theorie und Praxis einander helfend Segen spenden und wie eines von dem anderen gefördert wird.

Nunmehr ist die Wellentelegraphie ein umfangreiches Sondergebiet der Elektrotechnik. Wenn wir uns heute mit diesem Stoffe beschäftigen wollen, so kann dies natürlich nur in oberflächlichster Weise geschehen. Insbesondere beabsichtige ich, die Grundlagen der drahtlosen Telegraphie an einigen Experimenten zu erläutern.

Wie wunderbar sich auch der Mechanismus elektrischer Erscheinungen bieten mag, die Allgemeinheit hat sich daran gewöhnt und nimmt es als gar nichts Außergewöhnliches mehr hin, daß durch einen dünnen Draht Energie zuströmt, welche Licht und Wärme liefert und Straßenbahnwagen und schwere Eisenbahnzüge weiterschleppt.

Die Ergebnisse der drahtlosen Telegraphie fallen aus dem Rahmen dieser Gewöhnung heraus und aus diesem Grunde erscheinen sie als zauberhafte Rätsel. Dabei vergißt man vollständig, daß man an vielen ungleich mächtigeren, scheinbar verbindungslosen Energieübertragungen achtlos vorübergeht. Die Strahlen der Sonne, die uns Licht und Wärme, die Bedingungen alles Lebens bringen, kommen zu uns durch den leeren Raum

aus einer Entfernung, gegen die unsere irdischen Entfernungen winzig sind. Der losgelassene Stein fällt durch seine Schwere zur Erde; wer fragt da nach der unsichtbaren Hand, die ihn zu Boden zieht? Wir sind an diese Erscheinungen gewöhnt und begnügen uns schon damit, den Ausgangspunkt derselben und die Wirkungen am Ziele zu kennen. Das Zwischenglied fehlt uns und wir haben in der Regel kein Bedürfnis, es kennen zu lernen. Nur bei ungewohnten Erscheinungen suchen wir nach der Kette, die Ursache und Wirkung verbindet, und geraten in Staunen, wenn wir sie nicht finden oder nicht begreifen.

Gerade die elektrischen Gesetze haben in dieser Hinsicht in der Wissenschaft Wandel geschaffen und die epochalen Werke von Faraday, Maxwell und Hertz haben den guten alten Glauben an eine Fernwirkung gestürzt und an seine Stelle die Theorie der vermittelten Wirkung gesetzt. Die Vermittlerrolle wurde für die elektrischen und magnetischen Wirkungen sowie für die Gravitationskräfte einem hypothetischen, äußerst feinen, alles durchdringenden und alles erfüllenden Stoffe, dem Weltäther, zugewiesen, demselben Weltäther, auf dessen Schwingen Licht- und Wärmestrahlen durch den Raum gleiten. In der Entwicklung dieser Theorie gelang der glänzende Beweis, daß elektromagnetische und Lichtwellen ihrem Wesen nach gleich sind und sich nur dadurch unterscheiden, daß bei den Lichtwellen der Äther viele tausend- bis viele millionenmal schnellere Schwingungen vollführt als bei den elektromagnetisch erregten

Schwingungen. Auf dieser Grundlage wird uns die drahtlose Telegraphie schon verständlicher, wenn wir überhaupt das Zurückführen von neuen Erscheinungen auf altbekannte Verstehen nennen dürfen. Wie eine Lichtquelle, soferne sie kräftig genug ist, Strahlen in weite Fernen sendet, so tun es auch elektrische Ströme und Ladungen. Natürlich unser Auge, das uns in wunderbarer Einrichtung Kunde von den Lichtwellen gibt, ist gegen die viel langsameren elektromagnetischen Wellen unempfindlich und es bedurfte des Scharfsinnes menschlichen Erfindungsgeistes, einen hiefür empfindlichen Apparat zu bilden.

Wir wollen nun die Technik der Erzeugung und Sendung elektrischer Wellen sowie des Empfanges und der Verwertung derselben besprechen.

Die Wirkungen des elektrischen Stromes beschränken sich nicht auf den durchflossenen Leiter, den er erwärmt oder gar, wie bei den Glühlampen, zum Glühen und Leuchten bringt, sondern der ganze umgebende Raum erfährt eine Beeinflussung. Er bekommt durch den elektrischen Strom eine Struktur, eine Art Kristallisation. Die Linien dieser Struktur können wir nachweisen, und da längs derselben magnetische Kraftwirkungen ausgeübt werden, nennt man sie magnetische Kraftlinien. Sie entstehen und verschwinden mit dem Strome. Der Strom ist aber nicht bloß ihre Ursache, er ist auch ihr Ausgangspunkt; sie quellen aus ihm heraus und wandern in den Raum, wozu sie Zeit brauchen. Wo sie auf ihrem Wege einen elektrischen Leiter treffen, üben sie auf ihn

eine merkwürdige Reaktion aus, sie setzen auf dem Leiter Elektrizität in Bewegung, eine Erscheinung, die als Induktion bezeichnet wird. Aber noch eine andere Art von Kraftlinien kennen wir. Wo immer wir Elektrizität erzeugen, wir erzeugen immer gleichzeitig ebenso viel positiven wie negativen Charakters. Diese beiden haben nun das Bestreben, sich wieder zu verbinden. Ihr Dasein bedeutet einen Zwangszustand und erst ihre Vereinigung stellt wieder das Gleichgewicht, den entspannten Ruhezustand, her. In dem Augenblicke, als wir irgendwo z. B. positive Elektrizität erzeugen, wachsen aus ihr unsichtbare Fangarme heraus, die in die Ferne greifen und negative Elektrizität an sich reißen wollen. Man spricht auch hier von Kraftlinien und nennt sie zum Unterschiede von den magnetischen die elektrischen Kraftlinien. Wo solche einen elektrischen Leiter treffen, z. B. ein Stück Metall, schaffen sie in ihm einen elektrischen Zustand, indem sie entgegengesetzte Elektrizität an die nächst gelegenen Punkte heranziehen. Wie die magnetischen Kraftlinien erscheinen auch die elektrischen Kraftlinien nicht sofort im Raume, sondern sie brauchen eine Zeit zu ihrer Ausbreitung. Es war der berühmte deutsche Physiker Heinrich Hertz, dem es zuerst gelungen ist, experimentell nachzuweisen, daß sich elektrische und magnetische Wirkungen mit derselben Geschwindigkeit ausbreiten wie das Licht, also in Luft und durch den leeren Raum mit einer Geschwindigkeit von 300.000 *km* in der Sekunde. Es ist derselbe Bote, von dem Licht und elektromagnetische Wirkungen hinaus-

getragen werden, der Weltäther. Wir nehmen seine Existenz aber nur wegen dieser Wirkungsübertragungen an, denn wir können uns von der Vorstellung einer Verbindungskette zwischen dem Orte der Ursache und dem der Wirkung nicht freimachen.

Wenn wir an einer Stelle eines Wasserspiegels eine Wassermenge heben und dann wieder fallen lassen, so wird sich von diesem Orte als Erschütterungszentrum ein Wasserwulst nach allen Seiten ausbreiten. Ebenso wird sich, wenn wir künstlich an einer Stelle eine Depression hervorrufen und dann plötzlich nachlassen, eine solche Senkung im Wasserspiegel ausbreiten. Erzeugen wir solche Hebungen und Senkungen in periodischer Folge, so erhalten wir einen ununterbrochenen Wellenzug mit seinen Wellenbergen und Wellentälern. Analoges wird sich abspielen, wenn wir in stetem Wechsel einem leitenden Körper positive und negative Elektrizität zuführen. Positive und negative Äthererschütterungen werden sich in den Raum ausbreiten und könnten wir solche Ätherzustände sehen und ihrer Schnelligkeit folgen, so würden wir ein ähnliches Bild bekommen wie von der Wellenbewegung des Wassers. Freilich müßten wir außerordentlich rasche Wechsel der elektrischen Zustände anwenden, um nicht gar zu lange Wellenzüge zu erhalten. Denn selbst wenn nur ein Zehnmillionstel einer Sekunde zwischen zwei positiven Ladungen verfließt, sind die beiden wandernden positiven Äthererregungen schon 30 *m* voneinander entfernt. Man nennt diese Distanz die Wellenlänge. Hertz ist es gelungen, noch

fünfmal schnellere Schwingungen zu erzeugen, und er hat damit Wellen von 6 *m* Länge erhalten. Durch besondere Anordnung gelingt es, diesen Wellen eine Art von Stabilität zu verleihen, nämlich durch die Reflexion eines solchen Wellenzuges und das Zusammentreffen der reflektierten mit der eigentlichen Welle. So konnte Hertz in dem beschränkten Raume eines Laboratoriums die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen mit 300.000 *km* in einer Sekunde feststellen.

Solche rasche Schwingungen von einigen Hunderttausenden und mehr in der Minute erhält man durch elektrische Entladungen. Ein elektrisch geladener Körper ist vergleichbar einer gespannten Feder. Da wie dort sehen wir einen Zwangszustand, eine Gleichgewichtsstörung, zu dessen Schaffung ein Kraft- und Energieaufwand nötig war. Sobald sich der gespannten Feder kein Hindernis in den Weg stellt, schnellt sie los, ihrer Gleichgewichtslage zu. Über diese schießt sie jedoch, da sie Masse besitzt, nach den Gesetzen bewegter Massen hinaus und kommt erst, entgegengesetzt gespannt, zum Stillstand, um gleich darauf von neuem zur Mittellage zurückzueilen. Dieses Spiel wiederholt sich und liefert eine Schwingung. Infolge der Reibung werden die Schwingungsweiten immer kleiner und kleiner und endlich tritt gänzlich Ruhe ein. Man nennt eine solche Schwingung eine gedämpfte. Zur Erneuerung des Vorganges muß der Feder wieder eine neue Anfangsspannung erteilt werden. Analog spielen sich die Verhältnisse bei elektrischen Entladungen ab. Stehen sich zwei Kugeln,

eine positiv und die andere negativ geladen, gegenüber, so wird, wenn die Spannung groß genug ist, durch die Luft hindurch in der Form eines Funkens eine Entladung eintreten. Aber die strömende Elektrizität besitzt auch eine Art Schwungkraft; die Strömung oder Bewegung dauert über die erzielte Ausgleichung, d. i. vollständige Entladung der beiden Kugeln hinaus noch an und es tritt ein Moment ein, wo die beiden Kugeln entgegengesetzt geladen sind wie zu Anfang. Daher findet ein Zurückströmen statt, neuerlich über das Gleichgewicht hinaus, und es entsteht eine elektrische Schwingung. Wegen der außerordentlich großen Geschwindigkeit der Elektrizität vollziehen sich solche Schwingungen außerordentlich rasch. In der drahtlosen Telegraphie werden Schwingungen verwendet von  $\frac{1}{1000000}$  bis  $\frac{1}{100000}$  Sekunde. Diesen entsprechen Wellenlängen von 300 bis 3000 m. Es entstehen auf diese Art gedämpfte elektrische Schwingungen, gedämpft wegen der Energieabgabe bei der Strömung.

Von einer solchen elektrischen Schwingung gehen, wie früher erörtert wurde, elektromagnetische Wellen aus, gebildet von magnetischen und elektrischen Kraftlinien. Treffen diese irgendeinen Leiter, so stören sie in ihm die elektrische Ruhe und wecken in demselben elektrische Schwingungen. In größerer Entfernung ist der Effekt jedoch so gering, daß es eines besonders empfindlichen Apparates für ihren Nachweis bedarf. Ein solcher ist von den Physikern Branly und Lodge gefunden worden. Sie beobachteten, daß kleine Metall-

schrauben in einem Glasröhrchen zwischen zwei Metall-  
elektroden dem Durchgang eines elektrischen Stromes  
bei schwacher Spannung einen fast unendlich großen  
Widerstand entgegenstellen, der aber sofort einen kleinen  
Wert annimmt, wenn das Röhrchen von elektrischen  
Wellen getroffen wird. Dieser Widerstand bleibt nach  
der Bestrahlung ein kleiner. Erst wenn man das Röhr-  
chen erschüttert, stellt sich wieder der ursprüngliche  
große Widerstand her. Bilden wir einen Stromkreis aus  
einem Elemente, einem Galvanometer und diesem Appa-  
rate, so wird das Galvanometer — d. i. ein empfindliches  
Strommeßinstrument — anfänglich auf Null weisen, aber  
nach Bestrahlung der Schrauben durch elektrische Wellen  
plötzlich Strom anzeigen. Der Vorgang ist offenbar so  
zu erklären, daß eine dünne Oxydhaut oder eine unmeß-  
bar feine Luftschicht zwischen den einander berührenden  
Schrauben dem Strome einen großen Widerstand in den  
Weg setzte. Beim Auftreffen der Wellen werden diese  
hindernden Schichten aber durchschlagen und rein me-  
tallischer Kontakt hergestellt. Durch mechanische Er-  
schütterung kann diese Strombrücke wieder zerstört  
werden. Man nennt solche Apparate Kohärer oder  
Fritter, weil durch die Wellen ein Zusammenhang der  
Leitung hergestellt wird. Statt einfacher Schrauben ver-  
wendet man besser kleine Metallkörner oder Metall-  
pulver. Diese Apparate werden heute sehr empfind-  
lich hergestellt. Sie bestehen im wesentlichen aus  
einem dünnen Glasrohr, welches zwischen zwei Silber-  
kolben ein bißchen Nickelpulver oder ähnliches ent-

hält. Von den beiden Kölbchen führen Platindrähte nach außen.

Mit einem solchen Apparate versuchte Prof. Popoff in Moskau die Registrierung von Gewittern. Er führte zu diesem Zwecke einen Draht hoch in die Luft und schaltete in den Weg dieses Drahtes zur Erde einen solchen Kohärer. Dieser lag gleichzeitig in dem Stromkreise eines Elementes und eines Stromanzeigeparates. Sobald sich in der Atmosphäre elektrische Entladungen abspielten, fing der Draht davon etwas auf, leitete es durch den Kohärer zur Erde und der Registrierapparat zeichnete die atmosphärische Störung auf. Da der in die Luft ragende Draht die Atmosphäre gewissermaßen abfühlt, wie etwa die Insekten mit ihren Fühlern ihre Nachbarschaft, hat man ihm mit Recht den Namen Fühler, Antenne, gegeben.

Das lag vor, als sich Marconi vor 12 Jahren auf seinem Landgute bei Bologna mit Versuchen an Hertz'schen Wellen beschäftigte. Er erzeugte zwischen zwei Kugeln Hertz'sche Wellen und versuchte sie in größerer Distanz nachzuweisen. Dabei versah er zur Steigerung der Wirkung nicht nur den Empfangsapparat, sondern auch den Sendeapparat mit einer Antenne. Der Erfolg war ein überraschender. Er erklärt sich daraus, daß der Äther nicht bloß in breiter Zone abgefühlt, sondern auch in breiter Zone erschüttert wird. Marconi war es bald möglich, mit Unterstützung der italienischen Kriegsmarine Versuche zwischen der italienischen Küste und fahrenden Schiffen in größerem Maßstabe durchzu-

führen. Ein englisches Konsortium bildete sich, erwarb die Marconischen Patente und gab ihm die Möglichkeit, sein System technisch auszugestalten. In allen Kulturstaaten beschäftigten sich hervorragende Physiker und Techniker mit dieser neuen Erfindung.

Besonders zwei deutsche Professoren, Slaby in Charlottenburg und Braun in Straßburg, haben durch ihre Forschungen auf diesem Gebiete viel dazu beigetragen, die Erkenntnis und technische Ausbildung dieses neuen Zweiges der Elektrotechnik zu fördern. Slaby wies nach, welche Beziehung zwischen dem gespannten Draht und den erzeugten Wellenlängen besteht, und zeigte neue Wege zur Verbesserung des Empfanges.

Einen besonders wichtigen Schritt tat Braun. Da die Antenne und die beiden Funkenkugeln nur eine geringe elektrische Ladung aufzunehmen fähig sind, so wird auch infolge der Dämpfung die Schwingung bald zur Ruhe kommen. Braun folgerte, daß eine beträchtliche Verlängerung erzielt werden könne, wenn man mit dem Drahte ein Reservoir für Elektrizität in Verbindung bringe. Ein solches Reservoir wird durch einen Kondensator gebildet. Er schaltete also gleichzeitig an die Funkenkugeln ein elektrisches Energiereservoir. Zwei Metallflächen, in Platten oder Zylinderform, getrennt durch eine isolierende Zwischenschicht, z. B. Glas, nehmen bei Ladung mit einer Stromquelle eine ganz beträchtliche Elektrizitätsmenge auf, welche so in gespanntem Zustande auf die Gelegenheit der Entladung lauert. Findet diese statt, so entstehen elektrische Schwingungen von ganz

beträchtlicher Energie. Durch Einschaltung von Spulen oder Drahtwindungen läßt sich die Frequenz dieser Schwingungen in einfacher Weise regulieren. Da man solche Aufspeicherungsapparate von Elektrizität Kondensatoren nennt — die allbekannte Leydenerflasche, ein außen und innen mit Stanniol belegtes Glasgefäß, ist ein solcher Kondensator — so soll ein solcher Schwingungskreis späterhin als Kondensatorkreis bezeichnet werden. Jeder an einen solchen Kondensatorkreis angeschlossener Draht nimmt an den elektrischen Schwingungen teil. Besonders kräftig wird diese Teilnahme, wenn die Schnelligkeit der Schwingungen dem Drahte angepaßt ist. Man nennt diesen Fall den der Resonanz. Schalten wir an einen solchen Schwingungskreis mehrere Spulen mit vielen Windungen verschiedener Zahl, so zeigt sich ganz augenfällig, daß für jede Spule eine andere Schwingungszahl die günstigste ist, indem dann ein lebhaftes Funkensprühen eintritt. Ähnliche Anordnungen sind nun für fast alle neueren Systeme der drahtlosen Telegraphie in Anwendung: Kondensatorkreise mit viel schwingender elektrischer Energie und mächtige, daran angeschlossene Drahtgebilde, welche den Äther kräftig erschüttern und kräftige elektrische Wellen aussenden. Je mehr solcher Sendedrähte angewandt werden und je höher sie geführt sind, um so größer die Reichweite der Wellen. Solche Drähte werden von Masten oder Türmen gehalten und in den mächtigen Stationen für „drahtlose“ Telegraphie sind oft viele Kilometer Draht in die Luft geführt. Die Station bei Nauen, 30 *km* von Berlin, wel-

che von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie für Versuchszwecke errichtet wurde, hat für die Befestigung der Luftdrähte einen 100 *m* hohen Turm errichtet und arbeitet mit großen Energiequellen. Ihre Reichweite erstreckt sich über 3000 *km*. Die Station der Marconi-Gesellschaft in Clifden (Irland), welche dem transatlantischen Verkehr dient, besitzt vier 90 *m* hohe Türme, an welchen 50 zur Station führende Drähte abgespannt sind. Schiffsstationen und solche Küstenstationen, welche vorwiegend dem Schiffsverkehre dienen und nur einen beschränkten Wirkungsradius haben (300—500 *km*), weisen natürlich geringe Luftdrahtanordnungen auf. Heute zählt man bereits 1600 Stationen, welche dem drahtlosen Telegraphenverkehr dienen.

Der am meisten in Gebrauch stehende Anzeigeapparat-Empfänger, ist der Kohärer. Die durch ihn gehenden, von den Wellen ausgelösten Ströme eines am Empfangsorte aufgestellten galvanischen Elementes werden nun nicht direkt zur Betätigung eines Telegraphenapparates, Schreibapparates, benützt, da nur ein schwacher Strom durch das Metallpulver des Kohäriers geleitet werden darf. Vielmehr betätigen diese Ströme einen empfindlichen Kontaktapparat (Relais), der auf sehr schwache Ströme reagiert und jedesmal einen zweiten Stromkreis mit kräftigerer Batterie für den Schreibapparat schließt. Außer dem Kohärer gibt es noch eine Reihe wellenempfindlicher Empfangsapparate und zwar kommen hiebei die verschiedensten Wirkungen elektrischer Ströme zur Anwendung: die chemischen, thermischen und magnetischen.

Um die große Reichweite zu verstehen, genügt es, eine kleine Rechnung anzustellen.

Die Marconistation in Clifden besitzt Maschinen bis 500 P. S. für den funkentelegraphischen Dienst über den Atlantischen Ozean. Nehmen wir an, sie arbeite mit fünf Entladungen in einer Sekunde, so verteilt sich die sekundliche Arbeit der 500 P. S., d. i.  $500 \times 75$  sekundlichen Kilogrammometer auf die fünf Entladungen, also entfällt auf eine  $100 \times 75$  *kgm*. Diese Energie wird in die Kondensatoren hineingesteckt und entlädt sich dann in  $\frac{1}{4}$  Periode.

Da die Periodenzahl in Clifden 100.000 ist, so muß sich diese Energie von  $100 \times 75$  *kgm* in  $\frac{1}{400000}$  Sekunde entladen. Das entspricht einer Leistung von  $100 \times 75 \times 400.000 : 75$  P. S. oder 40 Millionen Pferdestärken. Also 40 Millionen Pferdestärken erschüttern in ständigem Wechsel positiv und negativ den elektrischen Zustand der Erde und der Atmosphäre, und zwar findet der Wechsel in  $\frac{1}{100000}$  Sekunde statt. Sollte es uns dabei noch gar so wunderbar erscheinen, daß diese gewaltigen Erschütterungen des Äthers mit feinen Hilfsmitteln in großer Entfernung noch wahrgenommen werden? Zeichnen unsere Erdbebenwarten nicht Erderschütterungen auf, deren Herde 10.000 *km* entfernt liegen, obgleich es sich hier um Erschütterungen der festen Erdrinde handelt? Der Äther ist eine ungleich feinere leichtbewegliche, nahezu reibungslose Materie.

Stellen wir uns vor, auf der einen Seite des vollständig ruhigen Meeresspiegels würden wir an der Küste mit einem Pumpwerk Wasser in ein Reservoir heben und dasselbe wieder plötzlich fallen lassen, und zwar mit

einer Leistung von 40 Millionen Pferdestärken, würde nicht eine Wellenbewegung der Wasseroberfläche auch an einem fernen Gestade zu beobachten sein? Und nun denken wir uns an Stelle des Wassers ein millionenmal beweglicheres Fluidum, wie es der Äther ist, und diese taktmäßigen Hebungen und Senkungen hunderttausendmal in der Sekunde ausgeführt und an einem entfernten Orte durch irgendein leicht schwingendes, empfindliches System, welches abgestimmt sein möge, beobachtet, so wird uns die Überwindung so großer Entfernungen, wie sie in der drahtlosen Telegraphie erreicht wurden, schon verständlicher.

Ganz neue Wege wurden auf diesem Gebiete eröffnet; als es dem dänischen Physiker Poulsen, bekannt durch die Erfindung seines Telephonographen, gelang, ungedämpfte Wellen zu erzeugen. Die elektrischen Schwingungen und Wellen, welche durch eine Funkenentladung ausgelöst werden, sind vergleichbar den akustischen Schwingungen einer Saite, welche einmal angezupft wird, wie etwa bei der Harfe. Der erzeugte Ton wird schnell verklingen, die Schwingungen der Saite werden immer kleiner und kleiner, was man als ihre Abdämpfung oder Dämpfung bezeichnet, die Saite kommt bald zur Ruhe. Der Mandolinenspieler sucht wenigstens eine Verlängerung des Tones vorzutäuschen, indem er dieselbe Saite öfter hintereinander in rascher Folge anzupft. Diesem Bilde gleicht das Schwingungs- und Wellenspiel in der Funkentelegraphie. Jeder Funke löst eine gedämpfte elektrische Schwingung aus und die

Funken folgen einander in kurzen Zeiten. Bei der ungedämpften Schwingung und den ungedämpften Wellen haben wir es mit einem gleichmäßigen Anhalten der Schwingungen zu tun. Die Schwingungen werden nicht kleiner und schwächer, sondern behalten ihre ursprüngliche Stärke. Diesen Charakter weisen die Töne einer Violine auf, die uns daher besonders weich und gleichmäßig erscheinen. Die Reibung des langgezogenen Bogens muß gewissermaßen der Schwingung der Saite, die sonst gedämpft verklingen würde, nachhelfen und sie so in ihrer Stärke erhalten. Ein noch besseres Bild einer solchen ungedämpften Schwingung liefert die Orgelpfeife. Poulsen erzielte solche ungedämpfte elektrische Schwingungen durch Verbesserung eines von dem Engländer Duddell herrührenden Verfahrens. Dudell hat gezeigt, daß durch Anschalten eines elektrischen Kondensators, jenes früher beschriebenen elektrischen Reservoirs, an einen Gleichstromlichtbogen<sup>1)</sup> unter gewissen günstigen Bedingungen elektrische Schwingungen ungedämpfter Natur erzeugt werden. Der Kondensator lädt und entlädt sich durch den Lichtbogen, wobei der Gleichstrom immer ein bißchen mithilft. In der Akustik gibt es einen ähnlichen Fall, in welchem auch durch eine gleichförmige Bewegung Schwingungen ausgelöst werden. Bei der Zungenpfeife, wie sie in der Harmonika Anwendung findet, wird durch einen Gleichstrom von Luft die Zunge, ein kleines federndes Plättchen — unser elektrischer

---

<sup>1)</sup> Siehe das vorjährige Jahrbuch Seite 119.

Kondensator ist gewissermaßen eine elektrische Feder — in Schwingungen versetzt. Duddell konnte mit seinem Verfahren ungedämpfte Schwingungen bis zu einer Frequenz von 40.000 in der Sekunde erzeugen. Das genügte für die drahtlose Telegraphie nicht. Poulsen hat dadurch, daß er den Lichtbogen in Leuchtgas oder eine Wasserstoffatmosphäre einschloß und so für Stromschwankungen empfindlicher machte, ungedämpfte Schwingungen von einigen Hunderttausend in der Sekunde erhalten. Damit wurde ein neues Feld eröffnet. Denn dadurch wurden nicht nur neue, reinere, störungsfreiere Systeme der drahtlosen Telegraphie möglich, es war auch der erste Schritt zur drahtlosen Telephonie geschehen. Denn diese verlangt eine Kontinuität der Übertragung und nicht eine so zerrissene, wie sie die Funkenschwingungen darstellen. Schon sind auch solche Versuche über mehrere hundert Kilometer erfolgreich durchgeführt worden und es kann heute nicht gezweifelt werden, daß uns die nächsten zehn Jahre die technische Lösung und Durchführung der drahtlosen Telephonie bringen werden.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [48](#)

Autor(en)/Author(s): Reithoffer Max

Artikel/Article: [Die Grundlagen der drahtlosen Telegraphie. 477-495](#)