

Ungedämpfte elektrische Schwingungen und deren Erzeugung.

Von

Dr. Max Reithoffer,

o. ö. Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

Vortrag, gehalten den 5. März 1913.

(Mit 10 Abbildungen.)

Mein heutiger Vortrag soll gewissermaßen eine Fortsetzung der beiden in früheren Jahren in diesem Vereine gehaltenen Vorträge bilden und wird mit manchem an das damals Erörterte anschließen, aber dabei trotzdem den Charakter eines abgeschlossenen Vortrages bewahren. Damals behandelte ich die gedämpften elektrischen Schwingungen, heute will ich mich vorwiegend mit den ungedämpften beschäftigen.

Ungedämpfte elektrische Schwingungen sind eigentlich nichts anderes als elektrische Wechselströme. Während bei Gleichstrom die elektrische Strömung in dem Stromkreise nach einer bestimmten Richtung dauernd sich vollzieht und eine bestimmte Stärke aufweist, ist bei den Wechselströmen weder die Richtung noch die Stärke der Strömung konstant, sondern in einem Augenblicke fließt der Strom in der einen Richtung, wächst bis zu einem Maximum, nimmt ab, wechselt die Richtung, wächst wieder bis zu einem Maximum, nimmt wieder von diesem Maximum bis auf Null ab, um dann wieder den ursprünglichen Verlauf anzunehmen.

Historisch ist der Wechselstrom die ältere Form des maschinell erzeugten elektrischen Stromes. In der In-

dustrie wird von dem Wechselstrom infolge seiner besonderen Eigenschaft der Transformationsmöglichkeit vielseitig Gebrauch gemacht und es fallen ihm sogar die wichtigsten Probleme der nächsten Zukunft zu. Dabei handelt es sich um Wechselstrom von 15—50 Perioden, das heißt, in einer Sekunde vollziehen sich 15—50 mal

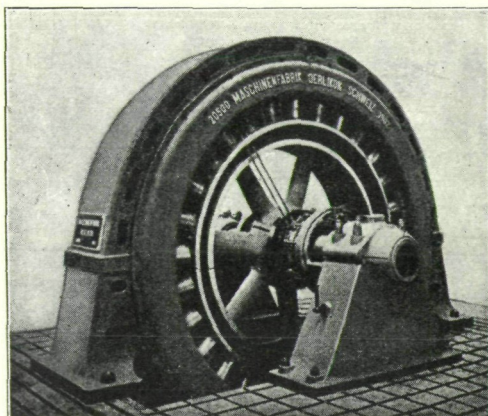


Fig. 1.

solche zyklische Änderungen des Stromes. Die Anzahl der Perioden wird für den Wechselstrom durch die Tourenzahl der Maschine und die Zahl der induzierenden Pole bestimmt. Fig. 1 stellt eine Wechselstrommaschine dar, die 28 Pole besitzt und bei ungefähr 214 Umdrehungen pro Minute einen Wechselstrom von 50 Perioden liefert. Fig. 2 zeigt ein Polrad einer Wechselstrommaschine mit

12 Polen. Für die Zwecke der drahtlosen Telegraphie kommen aber Wechselströme außerordentlich hoher Periodenzahl in Anwendung. Nicht 15—50 Perioden, wie sie die Kraftübertragungs- und Beleuchtungstechnik kennt, sondern 50.000—200.000 Perioden pro Sekunde und mehr werden für die Zeichenübertragung durch

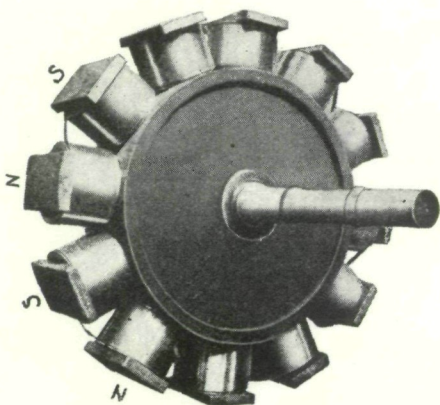


Fig. 2.

elektrische Wellen benötigt. Wenn wir uns fragen, warum hierfür eine so große Periodenzahl verlangt wird, so können wir dies am einfachsten durch eine Überlegung beantworten, die — wenn auch nicht ganz, so doch zum großen Teile — die hier in Betracht kommenden Erscheinungen beschreibt.

Denken wir uns einen großen entfernten Körper A (Fig. 3), etwa einen Planeten, mit der Erde durch einen

Draht leitend verbunden. Wenn wir in diesen Draht eine elektrische Stromquelle, eine Batterie oder eine Maschine möglichst hoher Spannung schalten, so sind wir in der Lage, den elektrischen Zustand der Erde zu ändern. Den Körper *A*, fern von der Erde, brauchen wir dazu; denn immer, wenn wir Elektrizität erzeugen, erzeugen wir gleichviel positive und negative Elektrizität. Um also z. B. ein Quantum negativer Elektrizität in die Erde zu

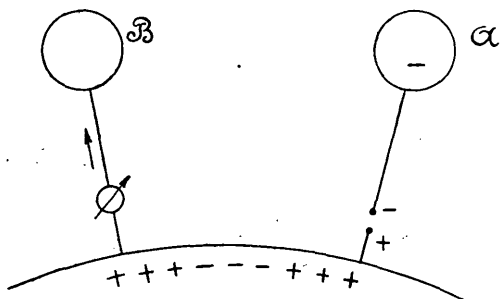


Fig. 3.

stoßen, müssen wir ein gleich großes positives Quantum von der Erde wegschaffen, also nach unserer Annahme auf diesen Planeten *A*. Dadurch haben wir die elektrische Ladung der Erde, die wir uns gewissermaßen als eine leitende Kugel denken können, verändert und es wird nach Verlauf einer Zeit, die nicht allzugroß ist, die ganze Erde an diesem neuen Ladungszustand teilnehmen. Daraus folgt, daß auch alle mit der Erde verbundenen Körper diesen neuen Ladungszustand annehmen müssen.

Wenn daher an einer entfernten Stelle *B* ein zweiter großer leitender Körper durch einen Draht mit der Erde verbunden ist, so muß er auch den neuen Ladungszustand annehmen und durch kurze Zeit wird daher ein Strom durch den Draht fließen. Ein Beobachter in *B* würde also — falls er ein genügend empfindliches Meßinstrument besitzt — diese Elektrizitätsströmung wahrnehmen können. Allerdings handelt es sich hier um außerordentlich geringe Quantitäten; denn erstens sind wir nicht in der Lage, den elektrischen Zustand der Erde besonders stark zu beeinflussen, und zweitens ergibt der Ladungsausgleich in *B* zwischen Erde und entferntem Körper nur einen sehr kleinen und sehr kurzen Stromstoß. Diese Quantitäten werden um so geringer, da uns ja nicht solche Planeten oder große leitende Körper zur Verfügung stehen. Als Ersatz können wir nur leitende metallische Gebilde hoch entfernt von der Erde anbringen und es hat sich als vorteilhaft erwiesen, hiefür ein System von Drähten zu wählen, die Antennen der Radiostationen.¹⁾ Da wir also nur an der fernen Empfangsstelle ganz wenig Elektrizität in Bewegung setzen können, so suchen wir ihre Wirkung dadurch zu verstärken, daß wir diese Ladung recht oft vornehmen. Wir laden also die Antenne an der Gebestation in rascher Folge ab-

¹⁾ Es wurden auch von Marconi in der ersten Zeit große Metallflächen (Bleche) angewendet; dieselben haben sich nicht bewährt. Der Grund liegt in den Energieverlusten, die bei rasch wechselnden Ladungen und Strömen in Metallmassen entstehen.

wechselnd positiv und negativ und erreichen dadurch, daß auch an der Empfangsstelle ein rascher Ladungswechsel stattfinden muß, z. B 100.000 mal in der Sekunde, und das winzige Quantum Elektrizität wird 100.000 mal in der Sekunde hin und herfließen, was die Ausbildung einer vervielfachten Stromstärke ergibt, mit der an feinen geeigneten Apparaten Wirkungen erzielt werden können. Freilich muß dabei auch noch dafür gesorgt werden, daß sowohl in der Gebestation wie in der Empfangsstation der rasche Ladungswechsel glatt vor sich gehen könne, es muß das Drahtgebilde dort und hier dem raschen Ladungswechsel angepaßt, d. h. für denselben abgestimmt sein.

Bei so raschen Wechseln wird sich die Ladungsänderung der Erde nicht sofort ausbilden können. In $\frac{1}{100000}$ -Sekunde hat sich die Elektrizität trotz ihrer großen Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 300.000 km in der Sekunde nur 3 km weiter bewegt und es würden daher, die Erdoberfläche als Leiter vorausgesetzt, entsprechend dem Ladungswechsel in *A*, von dort aus abwechselnd positive und negative Ladungen nach allen Seiten hinauswandern und den Fußpunkt der Antenne in *B* treffen.

Um so rasche (hochfrequente) Wechselströme zu erzeugen, hat man zuerst nach einem Verfahren gegriffen, das sein mechanisches Analogon in dem Schwingen einer gezupften Saite besitzt. Wenn wir eine gespannte Saite aus der Ruhelage ziehen und dann loslassen, so schwingt sie von selbst mit einer Schwingungszahl, welche von ihren physikalischen Bedingungen abhängt und von deren

Größe wir oft überrascht sind. Ein hoher Saitenton weist mehrere tausend Schwingungen pro Sekunde auf. Ähnlich hat es die elektrische Schwingungstechnik gemacht. Sie ladet einen Kondensator (Leydenerflasche) mit Elektrizität;¹⁾ es steckt dann Elektrizität in gespanntem Zustande darinnen. Diese entspannt sie plötzlich, indem sie eine Entladung einleitet, und von selbst bildet sich dabei eine elektrische Schwingung aus, d. h. ein rasch wechselndes Hin- und Herfließen der Elektrizität. Diese erzeugten Schwingungen können eine Frequenz von mehreren 100.000 erreichen. Aber so wie die Schwingungen der Saite nur kurze Zeit dauern und rasch abklingen, sind auch solche elektrische Schwingungen nur von kurzer Lebensdauer; 20, höchstens etwa 50 solcher Schwingungen spielen sich ab und dann tritt wieder Ruhe ein. Wollen wir die elektrischen Schwingungen von neuem einleiten, so müssen wir eine neue Ladung in Schwingung bringen, gewissermaßen die Saite von neuem anzupfen. Solche Schwingungen nennt man gedämpfte elektrische Schwingungen.

Jeder durch eine neue Entladung ausgelöster Zug solcher gedämpfter elektrischer Schwingungen ruft in der Empfangsstation eine elektrische Erregung hervor, die durch geeignete Mittel zur Wahrnehmung gebracht

¹⁾ Der elektrische Kondensator besteht aus zwei leitenden Flächen, welche durch einen guten Isolator geringer Dicke (Glas, paraffiniertes Papier, Glimmer) voneinander getrennt sind. Diese leitenden Flächen sind beim Plattenkondensator eben, bei der Leydenerflasche zylindrisch.

werden kann. Man nennt diese wellenempfindlichen Anzeigeapparate Detektoren. Heute ist es üblich, das ankommende Zeichen durch das Telephon mit dem Gehöre wahrzunehmen, und spricht dann von Hörempfang und Gehörlesen. Jeder ankommende Wellenzug bringt durch Vermittlung des Detektors einen kleinen Gleichstrom ins Telephon, so daß die Telephonmembrane eine kleine Durchbiegung erfährt. Man hat es als vorteilhaft erkannt, anzustreben, daß die Empfangsstation das ankommende Zeichen als reinen musikalischen Ton wahrnimmt. Alle Gesellschaften für drahtlose Telegraphie sind zu dieser Tonsendung oder zu diesem Tonempfang übergegangen. Die Gesellschaft für drahtlose Telegraphie in Berlin z. B. bildet den Ton dadurch, daß sie die Ladung des Kondensators durch eine Wechselstrommaschine von 500 Perioden unter Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse vornimmt. Sie wählt die Größe der Kondensatoren und die Spannung der Maschine so, daß gerade jedes Maximum der Maschine eine Vollaufladung des Kondensators mit sich bringt, welche dann durch eine Funkenstrecke zur Entladung kommt und dadurch in Schwingung gerät. Eine solche 500 periodige Maschine liefert somit 1000 Funken in jeder Sekunde, da jedem positiven und negativen Maximum ein Funke entspricht. Dieser selbst ist der Ausgangspunkt einer elektrischen Schwingung, eines elektrischen Wellenzuges in die Ferne. Die Telephonmembrane an der Empfangsstelle wird somit in der Sekunde 1000 mal angezogen, was einen reinen charakteristischen Pfiff liefert, der gestattet, sowohl die

Empfangsstation an der Art des Tones zu erkennen, als auch fremde Störungen, z. B. atmosphärische, auszuschalten. Aus solchen kurzen und langen Piffen, ähnlich den Punkten des Morsealphabetes wird das Telegramm zusammengesetzt.

Ich habe eine solche Tonfrequenzmaschine unten im Maschinensaale des Institutes im Betriebe und der Strom derselben wird durch Leitungen heraufgeführt. Wenn ich zunächst diesen Maschinenstrom durch eine Spule schicke und eine zweite Spule, die mit einem Telephon verbunden ist, darüber halte, so tönt das Telephon laut mit dem bestimmten Tone, welcher der Maschinenperiodenzahl zukommt. Man könnte aus diesem Tone die Frequenz des Wechselstromes bestimmen, indem man z. B. ihn mit dem Tone einer geeichten Stimmgabel vergleicht. (Versuch.) Ändere ich die Tourenzahl der Maschine, so ändert sich natürlich auch die Periodenzahl und damit der Ton, den das Telephon wiedergibt. Ein solcher Ton wie der hier gehörte, allerdings auf die früher erörterte Art durch die ankommenden Wellenzüge erzeugt, wird in der drahtlosen Telegraphie an der Empfangsstation wahrgenommen, wenn mit einer solchen Maschine regelmäßige Entladungen hervorgerufen werden. Die verhältnismäßig hohe Periodenzahl¹⁾ der Maschine

¹⁾ Man halte auseinander die Periodenzahl der Maschine und die Periodenzahl der elektrischen Schwingung. Diese ist vergleichbar den Schwingungen der Saite, während die erstere ihr Analogon im wiederholten Anzupfen der Saite findet, etwa wie es der Mandolinenspieler macht.

wird dadurch erzielt, daß sie viele Pole besitzt und rasch rotiert und daher in den Drähten des Ankers rasche Wechsel der Induktion erzeugt werden. Nun will ich mit der Maschine eine Kondensatorentladung und damit Schwingungen erzeugen. Zu diesem Zwecke transformiere ich den Strom der Maschine erst auf eine hohe Spannung, lade damit einen Kondensator und lasse ihn dann, wenn er voll aufgeladen ist, sich durch eine Funkenstrecke mittels elektrischen Funkens entladen. In den Entladeweg habe ich jedoch fünf Windungen eines dicken Drahtes eingeschaltet, welche um eine Spule ¹⁾ von 2 m Höhe und $\frac{1}{2}$ m Durchmesser mit ungefähr 600 Windungen gelegt sind. Durch die Entladung wird infolge der Wechselwirkung der beiden Wicklungen aufeinander auch in den sekundären 600 Windungen eine elektrische Schwingung erzeugt und bei geeigneter Anpassung der Verhältnisse kann dadurch eine recht hohe Spannung erzielt werden, so hoch, daß sie einen mächtigen Funken bildet, oder von einer Spitze, die oben auf der Spule angebracht ist, die Luft durchschlägt und eine hübsche Strahlungserscheinung hervorruft. Diese Strahlungserscheinung wird sich natürlich so oft wiederholen, als die Maschine Ladungsmaxima liefert und Entladungen einleitet, also bei 500 Perioden der Maschine 1000 mal in der Sekunde, und da 1000 Erschütterungen der Luft

¹⁾ Diese mächtige Strahlspule, sowie eine große Anzahl der den heutigen Versuchen dienenden Apparate sind in unserer eigenen Werkstätte vom Mechaniker des Institutes Igl äußerst geschickt und sauber verfertigt worden.

einen entsprechend hohen Ton hervorrufen, so werden wir den Funken oder die Entladung musikalisch wahrnehmen. (Versuch.) Dieses Experiment darf Sie jedoch nicht verführen zu glauben, daß das der tönende Funke der modernen Funkentelegraphie sei. Es handelt sich hier um ein Experiment besonderer Art, bei welchem die Vorgänge ins Extreme ausgebildet erscheinen. In Wirklichkeit wird bei der Gebung einer Station für drahtlose Telegraphie mit tönenden Funken heute an der Gebestation gar kein besonderer Laut des Funkens wahrgenommen werden können. Der Funke würde zwar eventuell einen Ton von sich geben können; aber es wird heute meist mit so kleinen Funken (0·1—0·2 mm) gearbeitet, daß sie gar keine besondere Lufterschütterung hervorrufen und daher die ganze Entladung fast lautlos vor sich geht, im Gegensatze zu dem Arbeiten mit den früheren Systemen des Knallfunkens, wo mächtige Funken erzeugt wurden, deren Geknatter den Aufenthalt im selben Raume fast unmöglich machte. Der Ton entsteht erst im Telephon der Empfangsstation durch die Einwirkungen der in regelmäßigen Pausen eintreffenden Wellenzüge.

Hat das Arbeiten mit gedämpften elektrischen Wellen durch die Ausbildung des Tonempfindes, sowohl was Sicherheit, als auch was Reichweite betrifft, seine hohe Vervollkommnung erreicht, so haben sich daneben auch die Systeme, denen die ungedämpften elektrischen Schwingungen zugrunde liegen, fortentwickelt und sie können auf eine Reihe von schönen Erfolgen hinweisen.

Die Erzeugung ungedämpfter elektrischer Schwingungen durch Maschinen wurde schon vor 25 Jahren, bevor noch die drahtlose Telegraphie bestand, von Nikola Tesla für die Zwecke seiner interessanten und grundlegenden

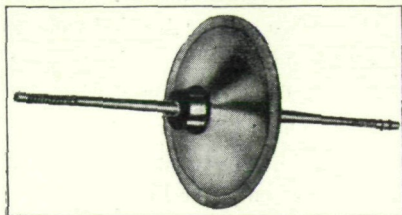


Fig. 4.

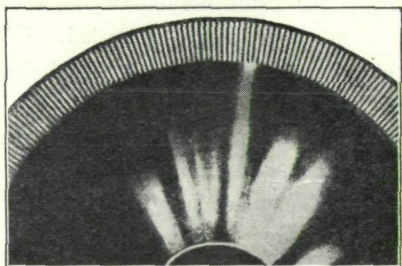


Fig. 5.

Experimente mit hochfrequenten Wechselströmen versucht. Tesla hat Wechselstrommaschinen gebaut, bei denen er durch Vergrößerung der Pol- und der Tourenzahl Wechselströme extremer Periodenzahl erzeugte; er ist jedoch nicht so weit gegangen, als es die Bedürfnisse

der drahtlosen Telegraphie heute erfordern; aber der von ihm gewiesene Weg ist jetzt neuerlich betreten worden, als sich eben diese besonderen Bedürfnisse einstellten.

In dieser Beziehung scheint insbesondere die Maschine von Alexanderson in Amerika eine glückliche Lösung darzustellen. Alexanderson hat eine Maschine mit 600 Polen und 10.000 Touren pro Minute gebaut und damit einen Wechselstrom, also ungedämpfte elektrische Schwingungen von 10.000 Perioden pro Sekunde erzielt. Die Maschine von Alexanderson trägt auf dem rotierenden Teil keinerlei Wicklungen. Der Rotor (Fig 4 und 5) ist

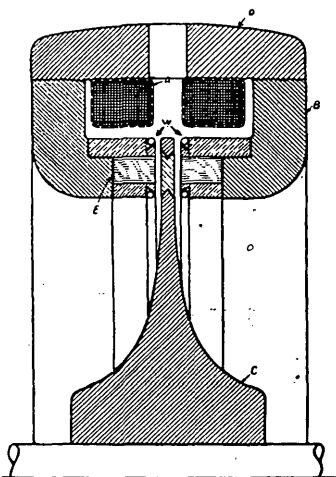


Fig. 6.

vielmehr ein Rad, aus Nickelstahl entsprechend den hohen Fliehkraftbeanspruchungen geformt, an dessen äußerem Umfange radiale Schlitze angebracht sind, so daß Eisen und Schlitze miteinander abwechseln. Die Schlitze sind — um nicht unnötig Luft in Bewegung zu setzen — mit einem unmagnetischen Material ausgefüllt. Dieser Rotor (C Fig. 6) rotiert mit großer Tourenzahl innerhalb zweier Kränze von Polen B, von denen zum

Beispiel alle linken Nordpole, alle rechten Südpole sind, erregt von den ruhenden kreisförmigen Spulen *A*. Dadurch, daß sich die Schlitze vor den Polen vorbeibewegen, werden diese abwechselnd an Stärke zu- und abnehmen, je nachdem gerade eine eiserne Rippe oder ein unmagnetisch gefüllter Schlitz vorbeigeht. Diese Variationen geschehen natürlich außerordentlich rasch wegen der Größe der Tourenzahl und wegen der Vielheit der Schlitze. Auf dem vorderen Ende der Pole sitzen nun Wicklungen (*W*); in welchen die Pulsationen der magnetischen Stärke elektrische Wechselströme hoher Frequenz induzieren. Mit einer solchen Wechselstrommaschine kann man also direkt eine Antenne, beziehungsweise die Erde 100.000 mal in der Sekunde laden.

Goldschmidt in Deutschland hat auf einem anderen Wege die hohe Wechselzahl zu erreichen versucht, und zwar durch die wechselseitige Rückwirkung zwischen Rotor und Stator, dem laufenden und dem stehenden Teil einer Wechselstrommaschine. Durch diese Rückwirkung hat er ein allmähliches Steigern der ursprünglichen Periodenzahl auf das Zwei-, Drei- und endlich Vierfache derselben erzielt und durch geeignete Mittel diese Rückwirkung besonders stark auszubilden verstanden, so daß er zum Schluß kräftige Wirkungen dieser vervielfachten Periodenzahl zu erhalten vermochte. Diesen ungedämpften Schwingungen wird eine große Bedeutung zuerkannt und es hat sich speziell für die Ausbreitung der Goldschmidtschen Maschine eine Gesellschaft in Deutschland

gebildet, welche einen transatlantischen Verkehr zwischen Hannover und New-Jersey herstellen will.

Den ersten Eingang in die drahtlose Telegraphie haben die ungedämpften elektrischen Schwingungen jedoch durch den Dänen Poulsen gefunden, der sie durch eine ganz eigentümliche Methode erhielt. Poulsen benützte die Erscheinung, welche zuerst von dem Physiker Duddell aufgefunden wurde. Ein elektrischer Gleichstromlichtbogen zwischen zwei Kohlen gibt unter Umständen, wenn

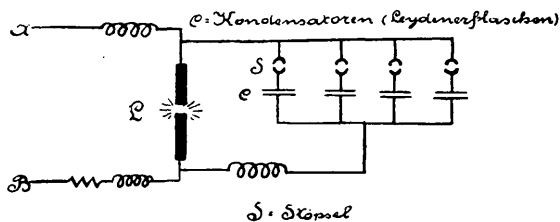


Fig. 7.

an ihn ein elektrisches schwingungsfähiges System angeschlossen ist, elektrische Wechselströme ab, deren Periodenzahl sich nach den Verhältnissen des angeschlossenen Schwingungskreises richtet. Ein solcher Schwingungskreis besteht aus einem Kondensator und einer Spule mit wenig Windungen.

Ich wiederhole hier das Experiment von Duddell, indem ich an einen mit Gleichstrom gespeisten Lichtbogen eine Spule und einen elektrischen Kondensator anschalte, (Fig. 7). Wenn wir den Lichtbogen entzünden, so bildet sich von selbst in dem Schwingungskreis eine elektrische

Schwingung aus, und wenn die Periodenzahl eine geringe ist und innerhalb der Hörbarkeit liegt, so können wir die Schwingungen des Lichtbogens, beziehungsweise die von ihm ausgehenden Erschütterungen der Luft als Ton wahrnehmen. Man nennt dieses Experiment den tönenden Lichtbogen. Wenn man die Größe des Kondensators ändert, so ändert sich die Frequenz der Schwingungen und damit die Tonhöhe und man kann durch Einschalten von Kondensatoren verschiedener Größe mittels der Stöpsel *C* den Lichtbogen veranlassen, eine kleine Melodie zu singen.

Haben wir früher die gedämpften elektrischen Schwingungen verglichen mit dem Schwingen einer angezupften Saite, so läßt sich diese Art der elektrischen Schwingungserzeugung vergleichen mit dem Tönen einer Saite, über welche ein Violinbogen streicht. Der gleichmäßig geführte Violinbogen ist gewissermaßen der Gleichstrom, die Saite ist das schwingungsfähige System und wir sehen, wie der Gleichstrom von selbst eine Schwingung auslöst, deren Periodenzahl durch die Verhältnisse des Systems bestimmt ist. Ein anderer Vergleich wäre der mit den Schwingungen der Luftsäule in einer angeblasenen Orgelpfeife. Der Luftstrom wird gleichmäßig hineingeleitet, er stellt gewissermaßen den Gleichstrom vor, und dennoch wird durch das Zusammenwirken von Reibung, Elastizität und Trägheit der Luft eine Schwingung erhalten.

Eine ähnliche Erscheinung ergibt sich, wenn man mit der Kreide unter bestimmter Winkelstellung geradlinig

über eine Schreiftafel fährt. Man erhält dann unter Umständen ein Springen der Kreide und dadurch ein Punktieren der Linie. Auch hier wieder ruft eine Gleichbewegung einen Wechselvorgang hervor.

Mittels der Methode von Duddell gelingt jedoch nur die Erzeugung von Wechselströmen nicht allzu hoher Periodenzahl, bis höchstens 40.000, was für den Zweck der drahtlosen Telegraphie viel zu nieder ist. Poulsen hat nun gezeigt, daß man durch Einbettung des Lichtbogens in Wasserstoff oder in ein Kohlenwasserstoff enthaltendes Gas die Frequenz der Schwingungen außerordentlich hoch hinauftreiben kann, bis 100.000 und mehr pro Sekunde, und in der Tat hat sich ein System drahtloser Telegraphie auf diese Schwingungserzeugung aufgebaut. Die Erregung kontinuierlicher elektrischer Schwingungen mittels solcher wasserstoffgekühlter Lichtbogen, Poulsengeneratoren genannt, will ich hier an einem Experimente vorführen. Um nachzuweisen, daß wirklich Schwingungen außerordentlich hoher Frequenz erhalten werden, schließe ich eine Resonanzspule an. Aus einer früheren Vorlesung ist ja bekannt, daß solche Spulen nur dann besonders stark zur Strahlungswirkung kommen, wenn die erregende Schwingung für sie abgestimmt ist. Bei dieser verhältnismäßig kleinen Spule tritt diese Abstimmung bei einer Frequenz von 200.000 pro Sekunde ein. In dem Augenblicke, als ich meinen Generator in Tätigkeit setze und die Abstimmung scharf mache, zeigt sich am oberen Ende der Spule eine außerordentlich lebhafte Strahlung (Fig. 8.) Ein an-

geschlossener dünner Eisendraht sprüht an seiner ganzen Oberfläche violettes Glimmlicht und durch die Reaktion der ausgestrahlten Elektrizität bekommt er Impulse, die ihn in Drehung versetzen, und wir haben das hübsche Bild eines elektrischen Rades, welches als violett leuch-

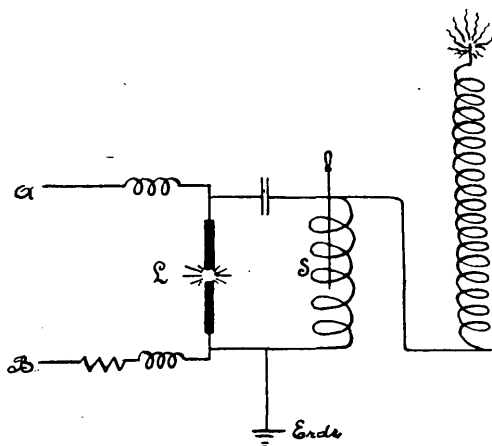


Fig. 8.

tende Scheibe sichtbar wird. Wenn der Draht wie dieser dünn genug gewählt ist, so wird an der äußersten Spitze, wo die größte Strahlung stattfindet, der Draht zur Weißglut kommen und schmelzen und die geschmolzenen Eisentropfen sprühen tangential weg, wodurch wir das Bild gewisser Feuerwerkskörper bekommen. (Versuch.)

Stecken wir in die Spule *S* (Fig. 8) des Schwingungskreises einen Weicheisendraht, so wird er durch die hoch-

frequenten Ströme so rasch hin und her magnetisiert, daß er in kurzer Zeit weißglühend wird, obgleich die Spule selbst kalt bleibt. Befestigen wir auf eine rotierende Scheibe (Fig. 9) ein kleines Geislerröhrchen, gefüllt mit einem verdünnten Gas (Helium oder Neon eignet sich

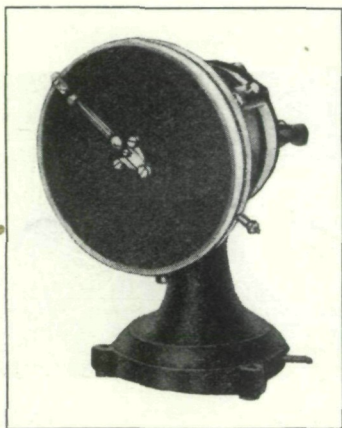


Fig. 9.

hierfür am besten), und verbinden wir die Enden derselben mittels einer Drahtleitung mit einer Spule, die wir in die Nähe unserer elektrischen Schwingung bringen, so leuchtet das Neonröhrchen rot auf, und weil die Scheibe rotiert und unsere Erregung eine ungedämpfte ist, so erblicken wir einen ununterbrochenen leuchtenden Kreisring (Fig. 10). Die Minima und Maxima der Hochfrequenzschwingung können dabei wegen der Raschheit nicht ge-

sehen werden. Derselbe Versuch, mit gedämpften elektrischen Schwingungen angestellt, liefert natürlich ein intermittierendes Aufleuchten des Heliumröhrchens, und wenn die Entladung regelmäßig vor sich geht, etwa hervorgerufen von der Tonfrequenzmaschine, so zeigen sich leuchtende Radian in regelmäßigen Winkelabständen (Fig. 11).

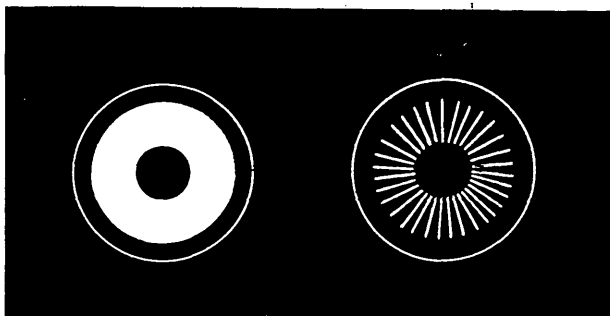


Fig. 10.

Fig. 11.

Mit den ungedämpften elektrischen Schwingungen sind schon, obwohl sie noch keine besonders ausgebreitete Anwendung gefunden haben, da sie doch viel später als die anderen Systeme in die Technik der Wellentelegraphie getreten sind, ganz besondere Reichweiten und schöne Erfolge erzielt worden. So von San Franzisko nach Hawaii, also über eine Strecke, deren Distanz größer ist als die der Marconischen transatlantischen Übertragung: Kap Clifden in Irland und Glacebay

in Kanada. Die kontinuierlichen elektrischen Wellen bringen übrigens noch eine andere Möglichkeit; da sie eine ununterbrochene Brücke zwischen Gebe- und Empfangsstation darstellen, so ist durch sie auch die Möglichkeit einer drahtlosen Telephonie gegeben. In der Tat sind solche drahtlose telephonische Übertragungen schon bis über 400 km geglückt. Daß die drahtlose Telephonie jedoch noch keine größere Anwendung gefunden hat, liegt insbesondere an dem Mangel eines Mikrophons, das für solche Starkströme, wie sie hier notwendig sind, geeignet wäre.

Die drahtlose Nachrichtenübertragung kann eigentlich nur auf eine kurze Geschichte zurückblicken, dennoch bildet sie heute schon einen unentbehrlichen Bestand unseres Kulturlebens. Ihre Bedeutung beschränkt sich nicht bloß auf den Verkehr zwischen Land und Schiff und zwischen Schiffen untereinander, die ja auf solche Methoden angewiesen sind, sondern sie hat bereits dazu geführt, daß auch zwischen Land und Land, wo eine Drahtverbindung möglich ist, und sogar dort, wo solche bestehen, drahtloser Depeschendienst eingerichtet wurde. Insbesondere möge dabei verwiesen werden auf den drahtlosen Verkehr der meteorologischen Stationen und Erdbebenwarten untereinander, auf den drahtlosen Zeitdienst, bei welchem die richtigen Sternwartezeiten über alle Länder verkündet werden, und endlich auf die Benützung der drahtlosen Zeichenübertragung für die Zwecke der Wissenschaft: Längenvermessung der Erde und Ähnliches. Daß die Furcht der Aktionäre der

Kabelgesellschaften zur Zeit der ersten Erfolge Marconis nicht unbegründet war, beweist der durch Marconi geschaffene dauernde transatlantische Verkehr zwischen Irland und Neu-Schottland. Diese Station arbeitet mit einem viel geringeren Tarife als die Kabelgesellschaften, infolgedessen ist sie voll in Anspruch genommen und wirft einen ansehnlichen Reingewinn ab. Eine amerikanische Zeitung, die „New-York Times“, läßt sich ihre europäischen Berichte, das sind täglich 5000 Worte, nur durch die Marconistation zukommen. Die von Goldschmidt geplante zweite Station mit ungedämpften Schwingungen wird den Kabelgesellschaften eine neuerliche Konkurrenz schaffen.

Die drahtlose Telegraphie hat in den wenigen Jahren ihres Bestandes Erfolge gezeitigt, welche nur ein neuerlicher Beweis dafür sind, mit welcher Energie menschlicher Geist und menschlicher Fleiß denkt und arbeitet.

ZOBODAT - 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: 1913

Band/Volume: [53](#)

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

Artikel/Article: [Ungedämpfte elektrische Schwingungen und deren Erzeugung. 407-430](#)