

Bestimmung der  
und Bewertung der  
atmosphärischen  
Elektrizität.

589

M. MINIS' e  
trüki- ja raamatuköitm.  
töökoda.  
Narva, Püüli tä. 14.



779  
I

621.3

25.100

# Gewinnung und Verwertung der atmosphärischen Elektrizität

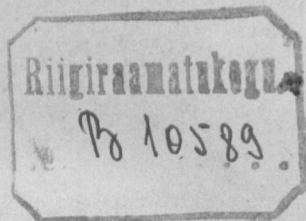
Beitrag  
zur Kenntnis ihrer Sammlung,  
Umwandlung und Verwendung

Mit 82 Figuren  
auf 22 Tafeln

Von  
**HERMANN PLAUSON**

Direktor des H. Otto Traun'schen Forschungs-  
laboratoriums G. m. b. H.

Zweite, durch einen Anhang erweiterte Auflage.



Verlag von Boysen & Maasch  
Hamburg 1920

18/ii B 21 a Kly-Str.

Alle Rechte vorbehalten.  
Copyright 1920 by Boysen & Maasch Hamburg.

Druck von der Druckerei-Gesellschaft Hartung & Co. m. b. H. Hamburg.

*Dem Inhaber der*  
*Kautschukwerke Dr. Heinrich Traun & Söhne*  
*vorm. Harburger Gummi-Kamm Co.*  
*Hamburg, Harburg, Neuyork*  
*und des*  
*H. Otto Traun'schen Forschungslaboratoriums*  
*G. m. b. H.*

***Herrn H. Otto Traun***

*in Dankbarkeit*  
*gewidmet.*





# Vorwort.

*Motto: Wem es gelang in ein Geheimnis der Natur zu dringen  
Und dies in Menschenpflicht der Menschheit darzubringen,  
Der betet die Natur und ihrer Wunder Fülle an.*

*Verfasser.*

Es ist schwierig und wenig dankbar, ein Buch über ein Gebiet zu schreiben, das bis heute fast noch gänzlich unberührt ist.

Obwohl die Lehre über atmosphärische Elektrizität an und für sich schon in gewissen Kreisen bekannt und einigermaßen durchforscht ist, auch sogar einige theoretische Abhandlungen über dieses Gebiet geschrieben sind, so ist umgekehrt auf dem Gebiete der technischen Gewinnung, Umwandlung und Verwertung von atmosphärischer Elektrizität bis jetzt noch nichts bekannt. Es kann sogar festgestellt werden, daß einige Wissenschaftler eine Gewinnung und Verwertung der atmosphärischen Elektrizität in der Praxis überhaupt bestreiten

Wenn nun trotzdem der Verfasser dieses Wagnis unternommen hat, so trieb ihn vor allen Dingen die außerordentliche Wichtigkeit der Lösung dieser Frage für die Menschheit hierzu und dann die auf Grund von Versuchen erhaltene persönliche Überzeugung, daß bei Verwendung aller wissenschaftlichen Errungenschaften und Forschungsergebnisse der letzten Jahre auf dem Gebiete der atmosphärischen und statischen Elektrizität, bei Benutzung der Erfahrungen auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, wie der Erzeugung von ungedämpften Schwingungen überhaupt, ferner unter Zugrundelegung der Lehre über radioaktive Erscheinungen und deren Folgen viel größere Energiemengen gesammelt werden können, als bisher nach den theoretischen Berechnungen zu erwarten war, die auf Grund des normalen, vertikalen Leitungsstromes gegen die Erde, sowie auf Grund der Gesamtladung der Erde angestellt wurden.

Es wurde vom Verfasser festgestellt, daß dies erreicht wird sowohl durch Erhebung von metallischen Ballons mit radioaktiven Substanzen und elektrolytisch hergestellten Nadeln usw., als auch durch geeignete weitere Verwendung und Umwandlungsart dieses Stromes (Umwandlung statischer Elektrizität in mehr oder weniger hochschwingende dynamische) sowie durch Verwendung geeigneter Kondensatorenbatterien und deren Einschaltungsweise und zuletzt durch geeignete Schaltungsschemata. Versuche ergaben aber, daß

noch zahlreiche neue Vorfragen zu lösen waren, und daß der Ausbau des Problems, Verwertung der atmosphärischen Elektrizität, auf ganz neuen Grundlagen erfolgen mußte. Der Verfasser hofft durch diese Schrift den Beweis zu erbringen, daß er auch dieses erreicht oder wenigstens die Wege dazu angegeben hat.

Das zweite Ziel des Verfassers ist, durch baldiges Erscheinen dieses Buches breite Kreise der Wissenschaft und Elektrotechnik für diese Frage zu interessieren, und durch die im Buche angegebenen Anregungen möglichst viele Mitarbeiter zu gewinnen.

Es sei ferner noch gesagt, daß das Buch nicht eine abgeschlossene Forschungsarbeit zu sein beansprucht, sondern vielmehr als erster Versuch, als Wegweiser in der vorliegenden Frage zu betrachten ist. Es bleibt sowohl in der Schreibart als auch in der Anordnung des Materials noch viel zu wünschen übrig, da das Buch zum Teil aus Patentschriften des Verfassers entstanden ist, zum Teil aus einem Vortrag über atmosphärische Elektrizität, den der Verfasser vor einer Versammlung von Fachleuten gehalten hat, um den Bau einer Musteranlage zu propagieren.

Veranlaßt durch das rege Interesse größerer Kreise für diese Frage, läßt der Verfasser dieses Buch sich seinen Weg selbst bahnen und bittet, etwa infolge der Eile sich fühlbar machenden Mängeln gegenüber nachsichtig zu sein.

Bei der Zusammenstellung dieses Buches wurde folgende Literatur benutzt:

Mache & Schweidler: „Die atmosphärische Elektrizität“

Dr. I. Zenneck: „Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie“

Dr. M. Dieckmann: „Experimentelle Untersuchungen aus dem Grenzgebiet zwischen drahtloser Telegraphie und Luftelektrizität“ I. Teil (Zeitschrift für Luftfahrt und Wissenschaft, 2. Heft).

Für Leser, die dieses Gebiet nicht völlig beherrschen oder Einzelheiten darüber wissen wollen, sei zum besseren Verständnis dieser Abhandlung empfohlen, vorgenanntes Werk: Mache & Schweidler „Die atmosphärische Elektrizität“, Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig, durchzulesen.

Es ist dem Verfasser zum Schluß eine angenehme Pflicht, Herrn H. Otto Traun für die ihm erwiesenen Unterstützungen seine Dankbarkeit auch an dieser Stelle auszudrücken.

Ferner möchte der Verfasser nicht versäumen, Herrn Max Thorn zu danken für die erste Anregung, die gesammelten Erfahrungen und Kenntnisse der Allgemeinheit nicht länger vorzuenthalten, und für



die Bemühungen zur Finanzierung einer hoffentlich im Jahre 1920 zu erbauenden Versuchsanlage, wodurch die Wichtigkeit dieses Problems im Großen praktisch vor Augen geführt werden soll.

Schließlich spricht der Verfasser Herrn Dr.-Ing. Gerhard Schmitt und seiner Assistentin, Fräulein Gertrud Hildenbrandt, für freundliche Übernahme der Korrektur, sowie Herrn Ing. Hans Koop für Ausfertigung der Zeichnungen an dieser Stelle seinen wärmsten Dank aus.

Der Verlagsbuchhandlung sei für die aner kennenswerte Ausstattung des Buches und besonders für die gute Ausführung der Figurentafeln hiermit der besondere Dank des Verfassers ausgedrückt.

Der Verfasser.

Hamburg, im Oktober 1919.

---

## Vorwort zur zweiten Auflage.

Der Verfasser hatte zuerst die Absicht, die zweite Auflage einer gänzlichen Umarbeitung unter gleichzeitiger Neuordnung des Stoffes zu unterziehen; es blieb ihm hierzu aber keine Zeit, da das überaus schnelle Vergriffensein der ersten Auflage sofort die Herausgabe einer zweiten erforderlich machte.

Immerhin sind in der vorliegenden Auflage die letzten Errungenschaften auf diesem Gebiete in einem Anhang kurz beschrieben worden.

Es ist dem Verfasser gelungen, die Sammelballons erheblich zu vereinfachen und zu verbessern; ferner sind auch ganz neue Aussichsmöglichkeiten für den Ausbau des Sammelnetzes auf der Erde gewonnen worden. Hierdurch können zusammen mit der atmosphärischen Elektrizität sowohl ein Teil der Windenergie, als auch in hohen Sphären sich abspielende elektrische Entladungen, wie Wetterleuchten, Polarlicht usw., und schließlich sogar die Schwankungen des Erdmagnetismus in einem gemeinsamen Sammelkreis aufgefangen und verwertet werden.

Weiter kann durch Anwendung des Prinzips der Strahlungskollektoren der Sammeleffekt ganz bedeutend erhöht werden, so daß in Zukunft der Kosmos als Fernkraftquelle angesprochen werden kann.

Durch diese Verbesserung glaubt der Verfasser seinem erstrebten Ziel um vieles nähergerückt zu sein.

Hamburg, im Juli 1920.

Der Verfasser.

# Inhalt.

## I. Allgemeiner Teil.

Historische Entwicklung .....	1
Neuere Literatur; Patente und deren Beurteilung .....	3
Ergebnisse der Vorversuche des Verfassers .....	15
Vergleich der Sammlung der atmosphärischen Elektrizität mit der der Sonnenenergie .....	17
Grundprinzip der Umwandlung statischer atmosphärischer Elektrizität in elektromagnetische Schwingungen. ....	19
Prinzip der Umwandlung elektromagnetischer Schwingungen in mechanische Energie .....	22
Resonanzmotoren und ihre Wirkungsweise .....	26
Schaltungsschemata für die gewonnene atmosphärische Elektrizität .....	30
Erzeugung von Schwingungen verschiedener Dämpfung .....	32
Unipolare Einschaltung der Resonanzmotoren .....	33
Antennensysteme zur Gewinnung der atmosphärischen Elektrizität .....	36
Kondensatormotoren .....	38
Unipolare Einschaltung der Kondensatorenbatterien .....	43
Sammlerballons .....	44
Transformatoren zur Umwandlung von statischem Gleichstrom in gewöhnliche Wechselströme .....	48
Weitere Art der Erzeugung von Wechselströmen hoher Wechselzahl .....	52
Leitungsschemata für hochschwingende Ströme .....	55

## II. Wirtschaftlicher Teil.

Entwicklungsmöglichkeiten der Erfindung .....	59
Ausnutzbare Energiemengen .....	60
Theoretische Unterlagen .....	62
a) Elektrostatische Felder .....	62
b) Ionisation .....	63
c) Vertikaler Leitungsstrom .....	65
d) Gesamtladung der Erde .....	66
Entstehungsursachen des gewonnenen Gesamtstromes .....	67
a) Ausgleichstrom .....	68
b) Kollektorstrom .....	69
c) Hallwachsstrom .....	70
Wirtschaftliche Ausblicke .....	72
a) Kostenanschlag für eine Anlage .....	73
b) Rentabilität .....	73
c) Verhütung von Blitzschäden .....	74
Schlußwort .....	75
Anhang: Letzte Fortschritte auf dem Gebiete der Sammlung von atmosphärischer Elektrizität .....	77

# Allgemeiner Teil.



Die Gewinnung und Verwertung von atmosphärischer Elektrizität für das Wohl und Gedeihen der Menschheit ist schon lange das begehrteste Ziel der Gelehrten und Forscher; die Verwirklichung ist aber bis heute ein frommer Wunsch geblieben, und es ist nicht gelungen, etwas wirklich Wertvolles und für Industriezwecke Verwendbares zu erreichen.

Einleitung.

Die Ursache hierfür ist nicht darin zu suchen, daß die in der atmosphärischen Luft frei schlummernde elektrische Energie überhaupt nicht auszubeuten ist, sondern in erster Linie darin, daß die Wissenschaft vor Lösung dieses Problems eine Reihe von Vorfragen zu lösen hatte, durch deren Klärung erst die Möglichkeit einer Verwertung von atmosphärischer Elektrizität überhaupt denkbar wurde.

Erst in den letzten Jahren konnte auf Grund neuer Erfahrungen und Untersuchungen auf dem Gebiete der atmosphärischen Elektrizität deren Verwertung vorgenommen werden.

Wenn wir viele Zeitalter zurückwandern und versuchen, die Vergangenheit nach Angaben über atmosphärische Elektrizität zu erforschen, so müssen wir mit Staunen bemerken, daß nichts neu auf der Welt ist, daß die Erscheinungen der atmosphärischen Elektrizität schon lange, sehr lange vor der Kenntnis der Elektrizität überhaupt bekannt waren und daß sie, was noch weniger glaublich erscheint, sogar ausgenutzt wurden.

Historische  
Entwicklung.

Die Kenntnis der Wirkung und Verwertung atmosphärischer Elektrizität reicht schon viele tausend Jahre zurück, wie wir der Heiligen Schrift entnehmen können. So lesen wir im 1. Buch Moses, daß die Bundeslade im Allerheiligsten des Tempels Jehova die Eigenschaft besaß, alle nicht geweihten Personen, mit Ausnahme des Oberpriesters, beim Berühren durch einen Blitzschlag oder Feuer zu töten. Wir lesen ferner, daß 40 Priester sich bei Abwesenheit Moses und Arons in das Allerheiligste des Tempels hineingewagt hatten, und daß aus der Bundeslade ein Blitz herausschlug, der alle 40 Priester tötete. Wenn wir nun weiter aus den Büchern der Könige die Bauart des neuen Tempels durch König Salomon erfahren, so können wir



vom elektrotechnischen Standpunkt nur zu einem Schlusse kommen: Moses und Aron wußten schon damals, wie man eine unbekannt göttliche Kraft aus der Luft sammeln konnte, wie man dieselbe aufbewahren mußte, und wie sie wirkte, denn vom heutigen Standpunkt der Wissenschaft betrachtet kann die Bundeslade nichts anderes gewesen sein als eine Leydener Flasche oder ein Kondensator von sehr großer Kapazität, der mittels in die Luft gerichteter Spitzen mit atmosphärischer Elektrizität geladen wurde. Daß die Ladung sich gut hielt und gut wirkte, ist nur dem stetigen Laden mit atmosphärischer Elektrizität, sowie dem trockenen Klima in Palästina zuzuschreiben.

Es geht aus der biblischen Beschreibung hervor, daß die Bundeslade aus gut isolationsfähigem Edelholz gemacht und mit Gold und dergleichen von innen und außen beschlagen war. Es waren dadurch alle Bedingungen für einen guten elektrischen Kondensator oder eine Leydener Flasche erfüllt.

Z. B. schreibt der Herr selbst dem Moses vor (2. Buch Moses, Kap. 25, Vers 10—15):

„10. Machtet eine Lade aus Akazienholz; dritthalb Ellen soll die Länge sein,  $1\frac{1}{2}$  Ellen die Breite und  $1\frac{1}{2}$  Ellen die Höhe.

11. Und sollst sie mit feinem Golde überziehen inwendig und auswendig (genau wie eine Leydener Flasche); und mache einen goldenen Kranz oben umher.

12. Und gieß vier güldne Ringe und mache sie an ihre vier Ecken, also daß zween Ringe seien auf einer Seite und zween auf der andern Seite.

13. Und mache Stangen aus Akazienholz und überziehe sie mit Golde.

14. Und stecke sie in die Ringe an der Lade Seiten, daß man sie dabei trage.

15. Und sollen dieselben in Ringen bleiben und nicht herausgetan werden.“

Ferner ist im Kap. 37—38 eine noch genauere Beschreibung für den Bau der Lade gegeben. Aus allem geht hervor, daß ein Elektrotechniker es heutzutage nicht besser machen könnte, wollte er eine Leydener Flasche bauen zum Zwecke, den Menschen eine göttliche Kraft, die Ungeweihte sofort töten kann, vor Augen zu führen oder vorzutäuschen.

Durch viele Säulen und goldene Spitzen wurde die Ladung der Bundeslade mit atmosphärischer Elektrizität im Allerheiligsten erzielt. Aber auch der ganze Tempel war, wie aus der Beschreibung hervorgeht, mit Hunderten von vergoldeten Spitzen, durch Auflegen von Gold auf Zedern- und Akazienholzstangen, versehen.

Daß hier wirklich elektrische Entladungen stattfanden, kann aus folgender im 2. Buch der Chroniker, Kap. 7, Vers 3, beschriebenen Stelle entnommen werden: „Auch sahen alle Kinder Israel das Feuer herabfallen und die Herrlichkeit des Herrn über dem Hause, und fielen auf ihre Knie, mit dem Antlitz zur Erde und beteten an und dankten dem Herrn, daß er gütig ist und seine Barmherzigkeit ewiglich währet.“

Das Volk sah hier den Einschlag eines Blitzes in den auf dem Tempel errichteten Blitzableiter.

Daß die Sammlung und Aufbewahrung der atmosphärischen Elektrizität sehr gefährlich sein konnte, wenn jemand nicht verstand mit der Bundeslade umzugehen, lesen wir weiter im 3. Buch Moses, Kap. 10, wo die Söhne Arons, Nadab und Ahibu, dem Herrn Freudenfeuer bringen wollten, was der Herr ihnen nicht befohlen hatte. Wir lesen, daß ein Feuer von dem Herrn ausging und sie verzehrte, so daß sie starben vor dem Herrn.

Aus allem ist ersichtlich, daß Moses und seine Zeitgenossen die ersten Kenner und Ausnutzer der atmosphärischen Elektrizität waren. Natürlich waren ihnen nicht, wie uns, die elektrischen Gesetze bekannt; sondern nur die Wirkungen dieser mystischen Kraft. Wahrscheinlich sind diese Erscheinungen sogar schon den kulturell höher stehenden Ägyptern bekannt gewesen, und Moses mag seine Kenntnisse von den Priestern aus Ägypten mitgebracht haben.

Von dieser Zeit bis zu den Versuchen Franklins mit Blitzableitern und Rimans Versuchen hat die Gewinnung von atmosphärischer Elektrizität nur geringe Fortschritte gemacht. Mit dem Studium der Meteorologie ist das große Interesse für die atmosphärische Elektrizität von neuem erregt worden, und in den letzten 30 Jahren ist mehrmals der Gedanke zutage getreten, sie auszunutzen. Was in dieser Hinsicht durch andere Forscher schon getan worden ist, versuche ich im Anschluß hieran kurz zu beschreiben, indem ich diese Frage am besten durch früher ausgegebene Patente beleuchte.

Das erste Patent, das laut Angabe des Deutschen Reichspatentamtes erteilt ist, ist das

D.R.P. Nr. 98180 vom 19. Januar 1897.

Erfinder: Dr. Heinrich Rudolph in St. Goarshausen a. Rh.

Der Patentanspruch lautet:

„Ein von einem Drachenfesselballon getragenes, aus zwei Stahlrohren und vielen vertikal ausgespannten feinen Drähten hergestelltes, mit Nadeln besetztes, großes und doch außerordentlich leichtes Netz zur Sammlung atmosphärischer Elektrizität nebst der zum Montieren und zur Abnahme dieses Netzes

Früher  
angemeldete  
Patente und  
deren  
Beurteilung.

erforderlichen Einrichtung, bestehend aus einer Anzahl Pfosten mit je zwei Achsenlagern und etlichen kleinen Elektromotoren.“

### Beschreibung.

Netz zum Sammeln von atmosphärischer Elektrizität.

„Gegenstand vorliegender Erfindung bildet ein durch einen Drachenfesselballon in 1000—2000 m Höhe zu haltendes, mit etwa 3,6 Millionen Nadeln besetztes, ungefähr 9 ha großes und gegen 700 kg schweres Netz zum Ansammeln atmosphärischer Elektrizität nebst den zur isolierten Ableitung erforderlichen Einrichtungen.

Zur Klarstellung der Sachlage sei hervorgehoben daß die Franklinschen Versuche die Möglichkeit der Ableitung atmosphärischer Elektrizität zur Erde zwar längst dargetan haben, daß es sich aber bei der vorliegenden Erfindung speziell um die beschriebene Einrichtung handelt, und zwar um eine solche, die einen gewerblich verwertbaren Energiebetrag der abgeleiteten Luftpotelektrizität erwarten läßt.

Was die Hilfsmittel zur gewerblichen Verwertung des in Nachstehendem beschriebenen Netzes betrifft, so sei auf das mit vorliegendem Gegenstande in engstem Zusammenhange stehende Patent Nr. 98288 verwiesen.

In der beiliegenden Zeichnung ist ein derartiges Netz nebst dem Drachenfesselballon in Fig. 1 in Vorderansicht dargestellt, Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht, während die Fig. 3—5 Einzelheiten darstellen.

Ein derartiges Netz N (Fig. 1) läßt sich vermittels zweier ungefähr 300 m langer Gußstahlrohre  $R R_1$  von 1 mm Wandstärke und 2 cm Durchmesser herstellen, die durch Ineinanderschieben einzelner Rohre von Fabrikationslänge und Befestigen derselben durch kleine Stahlbolzen mit aufgeschraubten Sicherungsplättchen erhalten werden. Diese Rohre sollen die beiden horizontalen Seiten des quadratischen Netzes bilden, zwischen denen etwa 1200 vertikale Bronzedrähte von 300 m Länge und 0,04 qmm Querschnitt in Abständen von 0,25 m zu spannen sind. Da die dünnen Drähte in Abständen von 0,1 m sehr feine und spitze Nadeln von 1 cm Länge tragen müssen, so werden sie vorher langsam auf Rollen gewickelt und währenddessen die Nadeln mit Hilfe einer federnden, an ihrem unteren Ende offenen Öse aufgesetzt. Die Öse muß selbstverständlich dem Drahtdurchmesser so angepaßt sein, daß sie den Draht klemmt und daß die Nadeln genügend fest sitzen. Auch muß das Aufwickeln genügend lose geschehen, damit die aufgesetzten Nadeln nicht zerbrechen. Die Hauptschwierigkeit bei einem solchen quadratischen Netz von 300 m Seitenlänge bietet das Montieren und Abnehmen desselben, welches letzteres in Ausnahmefällen auch notwendig werden kann. Es ist dazu eine Anzahl mannshoher Pfosten (p) erforderlich, die in



Abständen von 7 bis 8 m in gerader Linie hintereinander aufgestellt sind und sämtlich zwei Achsenlager 1 besitzen (Fig. 3). Auf denselben werden die beiden 300 m langen Stahlrohre  $R R_1$  zusammengesetzt und mit den erforderlichen Haken versehen, indem letztere durch Bohrlöcher der Rohre gesteckt, und kleine Sicherungsplättchen aufgeschraubt werden. Darauf sind von Pfosten zu Pfosten Drähte zu spannen, auf denen sich die erforderliche Zahl Rollen mit den nadelbesetzten Bronzedrähten befindet. Die Enden derselben werden an die Haken des einen Stahlrohres geknüpft und letzteres durch den Fesselballon, der das Netz tragen soll, emporgehoben, so daß sich die Bronzedrähte von den Rollen abwickeln. Damit das dünne Stahlrohr keine Biegung erfährt, wird es von 40 Gußstahldrähten getragen, die an dem Haken für das Fesselkabel hängen und sich gegen ihr unteres Ende dreifach verzweigen, so daß sie in Abständen von etwa 2,5 m an dem erwähnten Rohre befestigt werden können. Dieselben sind in ihrer Länge so abzugleichen, daß sie annähernd ein gleichschenkliges Dreieck von 250 m Höhe bilden, dessen Basis das von ihnen getragene Rohr ist; auch brauchen sie gegen die Mitte nur 1 qmm Querschnitt zu haben, während gegen die Enden des Rohres ein Querschnitt von 2 qmm erforderlich ist.

Sind die nadelbesetzten Bronzedrähte abgewickelt, so werden sie an das zweite Stahlrohr geknüpft. Nachdem auf der gegenüberliegenden Seite dieses Rohres in Abständen von 10 m 31 weitere Bronzedrähte von 0,13 qmm Querschnitt ohne Nadeln zur Ableitung der Elektrizität befestigt sind, wird das Netz so weit gehoben, bis etwa 1000 m des Fesselkabels von der Winde eines Ankerwagens abgewickelt sind, worauf die Bronzedrähte gemeinschaftlich am Kabel befestigt, aber nur so lose gespannt werden, daß das Netz nahezu vertikal herabhängt, und zwar mit seiner Fläche senkrecht zur Windrichtung. Soll das Netz wieder abgenommen werden, so wird ungefähr in umgekehrter Weise verfahren, nur mit dem Unterschied, daß dabei kleine Elektromotoren an jedem zweiten Pfosten in Tätigkeit treten, die mit Hilfe von Riemenscheiben mit einem abnehmbaren Ausschnitt, durch den sie sich ohne weiteres auf das untere Rohr aufsetzen lassen, letzteres in Umdrehung versetzen und die nadelbesetzten Drähte auf dasselbe abwickeln.

Es kann jedoch der Fall eintreten, daß zur Abnahme des Netzes auf diese Weise nicht genügend Zeit bleibt, wenn nämlich das Herannahen von Sturm mit einer größeren Windstärke als 25 m die rasche Bergung des Fesselballons hinter einem Windschutz mit Hilfe des auf Schienen laufenden, elektrisch betriebenen Ankerwagens ratsam macht. Alsdann muß das Netz auf einer genügend ebenen Stelle ohne weiteres auf den Erdboden niedergelassen werden,

ähnlich wie man Zeugstoffe in Falten legt, dann wird es sich später wieder unbeschädigt in die Luft heben lassen.

Um auch eine große Windstärke in 1000 bis 2000 m Höhe bei verhältnismäßiger Ruhe am Boden wahrnehmen zu können, muß ein an jeder beliebigen Stelle ohne Loslösung des Fesselkabels aufsetzbares Federdynamometer beständig die Spannung des letzteren anzeigen. Tritt ein solcher Fall starken Oberwindes ein, so genügt selbstverständlich schon die bloße Kurzfesselung zur Sicherung des Ballons und Netzes.

Was das Potential der atmosphärischen Elektrizität betrifft, so ist nach zahlreichen Beobachtungen ein Potentialgefälle von 150 Volt für 1 m als stets vorhanden anzusehen. Für 1500 m Höhe würde das 225000 Volt ergeben. Will man mit dem erhaltenen Strom eine Batterie von 20000 hintereinander geschalteten Akkumulatoren laden, so bedarf es einer Ladespannung von 45—50000 Volt, für die sich gerade noch die Isolation durchführen läßt. Daraus ergibt sich ein Spannungsabfall von 175000 Volt in der Umgebung des Netzes, der nach den Beobachtungen über die Leitfähigkeit der Luft bei größerem Potentialgefälle einen genügenden Strom sichert, besonders infolge der 3,6 Millionen feiner Spitzen des Netzes und der steten Fortführung der entladenden Luftschichten durch den Wind. Damit die durch das Netz gesammelte Elektrizität nun aber auch isoliert abgeleitet werden kann, muß unterhalb der Stelle, wo die Bronzedrähte am Fesselkabel befestigt sind, ein etwa 100 m langes Seidentau T von sechsfacher Sicherheit, das durch eine Kautschukumhüllung gegen Nässe geschützt ist, in das Fesselkabel F eingeschaltet, und die Elektrizität durch ein besonderes Leitungskabel G von 5 qmm Gußstahlquerschnitt und 2 qmm Kupferseele abwärts geführt werden.

Während nun das Leitungskabel G nach einem gut verankerten, hohlen eisernen Maste M führt, ist das Fesselkabel an der elektrisch betriebenen Winde W eines Ankerwagens befestigt, der, nach Art der fahrbaren Krane mit drehbarem Obergestell, Auslegearm und Gegengewicht versehen, sich auf einem kreisförmigen Schienengeleise mit etwa 20 m Radius um den erwähnten hohlen Mast bewegen kann, damit er jeder Änderung der Windrichtung zu folgen vermag. Der Auslegearm des Ankerwagens dient dazu, den unteren horizontalen Teil der von dem Fesselballon beschriebenen Seilkurve so hoch über dem Erdboden zu halten, daß er nicht schleift.

Es ist nötig, daß Leitungskabel und Fesselkabel in der Luft immer weit genug von einander entfernt sind, um ein Überspringen des Hochspannungsstromes zu verhüten. Das ist durch eine straffere Spannung des leichteren Leitungskabels möglich. Deshalb geht dieses, nachdem es durch einen von einem Ölisolator getragenen Gleitring G

geführt ist, durch ein isolierendes Kautschukrohr, in dem etwa 10 m hohen Maste herab zu einer unter Öl befindlichen Handwinde w, deren mit Stahlachse versehene Trommel durch Porzellan oder Ebonit gebildet wird, damit man bei jeder Veränderung der Länge des Fesselkabels für den Fall von Windstille oder Sturm auch das Leitungskabel entsprechend einstellen und wieder spannen kann.

Von dem hohlen Maste M aus geht die Leitung unterirdisch durch einen Kanal auf Ölisolatoren unter dem Geleise für den Ankerwagen weg und dann als Hochspannungsluftleitung nach der Batteriestation, die auch für mehrere Ballonstationen gemeinsam errichtet werden kann.

Dort ist eine Doppelbatterie von je 20000 kleinen Akkumulatoren aufzustellen, von denen immer eine Batterie Strom abgibt, während die andere geladen wird. Zu diesem Zwecke muß man jede in etwa 300 Gruppen beliebig neben- und hintereinander schalten können. Die Akkumulatoren müssen gruppenweise auf Gestellen ruhen, die von Ölisolatoren getragen werden.

Von Apparaten sind auf einer Batteriestation außer den gewöhnlichen Schaltapparaten erforderlich:

1. Erdschluß mit gleichzeitiger Unterbrechung der Leitung zur Batterie.
2. Verstellbare Funkenstrecke als Nebenstromkreis mit Erdschluß zum Anzeigen von Unterbrechungen.
3. Schmelzsicherungen für den Fall von Kurzschluß der Batterie.
4. Strommesser.
5. Pendelelektroskope.
6. Elektrostatische Wage zur Unschädlichmachung von Leitungsunterbrechungen, indem durch dieselben beim Überschreiten einer gewissen Spannung Erdschluß hergestellt und durch einen Elektromagneten in der Erdleitung die Leitung zur Batterie unterbrochen wird. (In Fig. 4 ist die elektrostatische Wage weggelassen.)

7. Automatischer Kommutator (Fig. 5) für den Ladestrom, bestehend aus einem Elektromagneten (in der Zeichnung weggelassen), der zwei Hebel mit isolierter Verbindung zur Hochspannungsluftleitung und zur Erde mit den Polen der Batterie je nach der Stromrichtung in der einen oder andern Reihenfolge in Verbindung bringt.

Die letzte Vorrichtung ist besonders wichtig für die Ausnutzung der außerordentlichen, aber dem Vorzeichen nach rasch wechselnden elektrischen Spannungen der Gewitter- und Haufenwolken, jener großen Konduktoren und Kondensatoren der atmosphärischen Elektrizität. Durch die 3,6 Millionen Spitzen des Netzes erscheint dabei die Anlage gegen jede zerstörende Funkenentladung gesichert.

Alle Apparate außer 2, 4 und 5 müssen Kontakte aus Platin haben und zur Verhütung von Lichtbogenbildung und Schmelzung



unter Öl liegen. Zu allen Arbeiten an der Hochspannungsleitung wird vorher mittels langer Ebonitstange Erdschluß gemacht, wobei zur Verhütung von Kurzschluß gleichzeitig die Leitung zur Batterie unterbrochen werden muß; dadurch sinkt die Spannung auf Null.

Auf den Ballonstationen sind erforderlich: die Apparate 1, 4, 5 und 6, letzterer aber ohne Wage und nur mit Elektromagnet in der Erdleitung zur Unterbrechung (Fig. 4). Das Schienengeleise muß an die Erdleitung der Ballonstation gelegt sein, für den Fall, daß sich einmal das Leitungskabel über den Ankerwagen legt oder das Fesselkabel berührt.“

\* \* \*

Nimmt man nun vorstehende Patentanmeldung unter die Lupe der Kritik, so muß festgestellt werden, daß der Erfindungsgedanke aus folgenden Gründen nicht lebensfähig sein kann:

1. Die Ballons müssen sehr großen Rauminhalt besitzen, da sie die großen schweren Netze und die starken Seile tragen sollen. Letztere müssen stark sein, damit sie vom Sturm nicht zerrissen werden.

2. Die Ausdehnung einer solchen Anlage über große Flächen — z. B. 100 qkm — ist deswegen:

- a) kommerziell unmöglich, weil sehr viele Ballons dieser Art benötigt würden, was enorm kostspielig wäre, und
- b) praktisch nicht ausführbar, weil man derartig große Ballons in großen Höhen nicht genügend vor Sturm sichern kann; auch werden dieselben, da aus Zeug hergestellt, sehr schnell undicht.

Daraus ergeben sich große Gefahren für die Menschen, denn wenn ein solcher Ballon abreißt und durch Undichtwerden auf die Erde fällt, würde ein Kurzschluß entstehen, der eine ungeheure Katastrophe, den Tod vieler Menschen, zur Folge haben könnte.

Aus obigen Gründen ist schon dieses Patent nicht verwendbar, immerhin ist es interessant wegen des Versuches, die so gesammelte Elektrizität zur Ladung einer Doppelbatterie von je 20000 kleinen Akkumulatoren, von denen die eine die Energie abgibt, während die andere geladen wird, zu verwenden. Ein solches System wäre die idealste Lösung der Transformierung hochgespannter Ströme atmosphärischer Elektrizität in für die Technik verwendbare Stromarten niedriger Spannung. Wegen der Isolationsschwierigkeiten ist es jedoch leider unmöglich, 20000 Elemente mit etwa 50000 Volt zu laden; außerdem würden die Anschaffungskosten der 40000 Elemente zu kostspielig sein, ganz abgesehen davon, daß die Wartung und Instandhaltung dieser Batterien nicht nur viele Leute erfordern, sondern auch mit großer Gefahr für das Aufsichtspersonal verbunden sein würde.

\* \* \*

D. R. P. 121564 vom 5. Mai 1900

Erfinder: Andor Palencsar in Budapest

will dasselbe erzielen durch folgende Patentansprüche:

„1. Verfahren zur Nutzbarmachung atmosphärischer Elektrizität, dadurch gekennzeichnet, daß dieselbe mittels eines bewegten, durch eine geeignete Heizquelle erhitzten Auffangkörpers aufgefangen und mittels einer rheostatischen Maschine transformiert wird, wobei zur Ladung von Akkumulatoren die Elektrizität dadurch auf konstanter Spannung gehalten werden kann, daß die rheostatische Maschine oder eine Anzahl von deren Platten mit einem Ladungsmesser (Elektrometer) verbunden wird, der, sobald die rheostatische Maschine auf ein bestimmtes Potential geladen wurde, durch den Ausschlag seines beweglichen Teils einen Kontakt schließt, wodurch, unter Umständen unter Vermittlung eines Relais, ein Elektromagnet zum Ansprechen gebracht wird, der die Umschaltung der rheostatischen Maschine bewirkt.

2. Vorrichtung zur Ausführung des in Anspruch 1. gekennzeichneten Verfahrens, bestehend aus einem doppelwandigen Luftballon (1, 2), der von einem mit Nadeln versehenen Metallnetz überzogen ist und beim Auf- und Absteigen durch umklippbare Schaufeln (9) in Umdrehung versetzt wird, aus einem Heizrohr (12), das durch Röhren mit dem oberen und unteren Teile des von den Doppelwänden des Ballons gebildeten Raumes (11) verbunden ist, aus den mit dem Drahtnetz in leitender Verbindung stehenden Kugellager (14), dem mit den Zapfen desselben leitend verbundenen Kabel (13), der mit dem Kollektor (17) versehenen Trommelwinde (16) und der rheostatischen Maschine (18).

3. Bei der in Anspruch 2. gekennzeichneten Vorrichtung die Anwendung eines Elektromagneten, der durch einen mit der rheostatischen Maschine verbundenen Ladungsmesser (Elektrometer) erregt wird, zur Umschaltung der rheostatischen Maschine, sobald das Potential derselben ein bestimmtes Maß erreicht hat“.

#### Patentbeschreibung.

Verfahren und Vorrichtung zum Auffangen atmosphärischer Elektrizität.

„Vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Auffangen und Ableiten atmosphärischer Elektrizität, die es ermöglichen, größere Mengen derselben in verwertbarer Form zu erhalten.

Der Erfindungsgedanke gründet sich auf die neuere Theorie der Lufterlektrizität, nach der dieselbe durch die Kondensation von

Wasserdämpfen gebildet wird. Nach dieser Theorie sind nun die in den Luftschichten schwebenden Wassertröpfchen als Träger der Elektrizität zu betrachten, und ein rationelles System der Ableitung der Lufterlektrizität muß dieselbe nun von den Wassertröpfchen ableiten. Dies wird nach vorliegender Erfindung auf folgende Weise erreicht.

Ein mit spitzen Nadeln versehener Auffangkörper von möglichst großer Oberfläche wird in höheren Luftschichten bewegt, dabei aber durch eine geeignete Heizvorrichtung fortwährend erwärmt. Durch die Hitze werden Wassertröpfchen, die den Auffangkörper unmittelbar umgeben, verdampft, die Kapazität derselben vermindert sich allmählich, und damit steigt die Spannung der Ladung.

Es ist nun leicht ersichtlich, daß die ganze Ladung der Tröpfchen, sobald dieselben verdampft worden sind, auf den Auffangkörper übergehen wird, von dem sie abgeleitet werden kann. Um aber die verdampften und ihrer Ladung beraubten Tröpfchen durch neue und beladene zu ersetzen, wird der Auffangkörper zur umgebenden Luft in relative Bewegung versetzt.

Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes ist auf beiliegender Zeichnung schematisch dargestellt, und zwar in Fig. 6 und 7 durch die Ansicht und den Schnitt des Auffangballons. Fig. 8 zeigt die Ableitevorrichtung, Fig. 9 die Regelungsvorrichtung, Fig. 10 und 11 eine Schaufel in ihren zwei Stellungen, Fig. 12 und 13 die Schaltungsweise der rheostatischen Maschine in ihren zwei Stellungen.

Die Vorrichtung besteht aus einem doppelwandigen Ballon 1, 2, der mit einem mit Nadeln besetzten leichten Drahtnetze, vorteilhaft aus Aluminiumdraht, bedeckt ist. Der Ballon trägt auch das Netz 3, auf dem der aus festem, aber leichtem Material (Holz, Rohr usw.) angefertigte Ring 4 befestigt ist. Letzterer trägt mittels der Schnüre 5 den Korb 6. In der Ebene des Ringes 4 befindet sich noch der Ring 7, der durch die leicht drehbar gelagerten Schaufeln (9) gespreizt und durch die Schnüre 8 in seiner Stellung gehalten wird. Die Schaufeln bestehen aus mit leichtem Stoff überzogenen Rahmen, deren Drehung in beiden Richtungen durch die Anschläge 10 begrenzt wird. Die Schaufeln bilden mit der Vertikalen zweckmäßig einen Winkel von 60 bis 70 Grad. Sämtliche Drahtnetze, Stricke, Ringe und Schaufeln können mit kleinen Metallnadeln bedeckt sein, die untereinander leitend verbunden sind. Von dem durch die Doppelwände des Ballons gebildeten Raume 11 führt vom tiefsten Punkt das Rohr 26 zu dem im Korbe 6 untergebrachten Schlangenrohr 12, das wieder mit dem in den oberen Teil des Zwischenraumes 11 mündenden Rohr 13 verbunden ist. Das Schlangenrohr wird mittels



einer geeigneten Heizquelle erhitzt, wodurch zwischen den Doppelwänden des Ballons fortwährend ein warmer Gas- oder Luftstrom umläuft.

Unter dem Korbe ist das mit den Drahtnetzen leitend verbundene Kugellager 14 angebracht, dessen Zapfen mit dem sorgfältig isolierten, leichten und genügend festen Kabel 15 leitend verbunden ist.

Auf der Oberfläche der Erde befindet sich die Winde 16 (Fig. 6), mittels der der Ballon heruntergezogen und zum Steigen gebracht werden kann, sobald der innere Ballon mit Leuchtgas oder Wasserstoff gefüllt wird. Die beim Steigen des Ballons geleistete überflüssige Arbeit kann in einem beliebigen Akkumulator aufgespeichert und beim Niederziehen des Ballons nutzbar gemacht werden. Das Ende der Kabelseele ist an einem an der Achse der Winde isoliert angebrachten Kollektor festgelötet, von dem die Elektrizität mittels eines Schleifkontaktes abgeleitet wird. Das Sammeln der Elektrizität geschieht dadurch, daß der Ballon mittels der Winde fortwährend auf- und niederbewegt wird. Bei dieser Bewegung erhält der Ballon durch die Schaufeln 9 eine Drehung, die ihren Sinn nicht ändern wird, da bei dem Übergang vom Steigen in das Sinken des Ballons oder umgekehrt die Schaufeln durch den Luftwiderstand umgekippt werden, und demnach dem Ballon die drehende Bewegung im gleichen Sinne erteilen. Um hierbei eine Drehung des Kabels zu vermeiden, ist das Kugellager 14 vorgesehen. Daß die Drehung des Ballons bei dem Auf- und Absteigen in derselben Richtung erfolgt, erhellt aus folgendem.

Die Schaufeln 9 sind leicht drehbar, wobei die Drehachse nicht in die Mittellinie derselben fällt. Hierdurch stellt sich die Schaufel beim Abwärtsgang des Ballons in die in Fig. 10 gezeichnete Stellung, und wird der Ballon von rechts nach links gedreht. Bei dem Aufwärtsgang kippt die Schaufel um, bis sie der untere Anschlag 10 begrenzt (Fig. 11). Wie man sieht, erfolgt der Antrieb des von oben nach abwärts gerichteten Luftstromes wieder von links nach rechts, der Ballon kann also seine Drehrichtung beibehalten. Durch dieses Auf- und Niederbewegen und Drehen des Ballons wird der Zweck, daß derselbe mit möglichst viel in der Luft schwebenden Wasser- teilchen in Berührung kommt, erreicht.

Die vom Kollektorringe 17 abgeleitete Elektrizität besitzt nun eine zu hohe und eine viel zu sehr wechselnde Spannung, um direkt verwertet werden zu können. Da man mit einer unregelmäßigen Elektrizitätsquelle zunächst Akkumulatoren zu laden pflegt und erst den leicht regelbaren Strom derselben weiter benutzt, so muß man zum Laden der Akkumulatoren die vom Kollektor 17 abgeleitete Elektrizität auf konstanter Spannung zu erhalten suchen und die

Spannung auch in eine bedeutend niedrigere verwandeln. Da man es aber in diesem Falle mit einem Gleichstrom zu tun hat, so können gewöhnliche Transformatoren zu diesem Zwecke nicht benutzt werden. Außerdem besitzt die Elektrizität in diesem Falle eine viel zu große Spannung, so daß bei Benutzung gebräuchlicher Transformatoren der größte Teil der gesammelten Elektrizität wieder in Verlust geraten würde. Die einzige anwendbare Methode ist zu diesem Zwecke die Transformation mittels der Planteschens rheostatischen Maschine, durch die diese hochgespannte Elektrizität beinahe ganz ohne Verlust transformiert werden kann. Hierdurch wäre die Frage der Transformation gelöst; es bleibt nur mehr die Erhaltung der konstanten Spannung übrig. Diese wird auf folgende Weise erreicht:

Die rheostatische Maschine 18 oder nur ein Teil der Platten steht mit einem beliebigen Ladungsmesser (Elektrometer) in Verbindung, dessen beweglicher Teil einen Kontakt schließt, welcher letzterer die Umschaltung der rheostatischen Maschine bewirkt, wodurch dieselbe entladen wird. Das Potential sinkt, und das Elektrometer nimmt seine Anfangsstellung ein, wodurch der Strom der Umschaltung bewirkenden Elektromagneten unterbrochen und die Platten der rheostatischen Maschine wieder auf Spannung geschaltet werden. Dieselbe ist nun zur erneuten Ladung fertig und wird bei der bestimmten Spannung wieder entladen. Dieses Spiel wiederholt sich fortwährend, so lange der Apparat im Betrieb steht.

Zum leichteren Verständnis ist das Schema der rheostatischen Maschine angegeben. Fig. 12 zeigt die Ladestellung. Das Plättchen 42 ist mit dem Fesselballon verbunden, während das letzte Plättchen zur Erde geleitet wird. Fig. 13 zeigt die Entladestellung. In Fig. 8 ist die rheostatische Maschine in der Ladestellung gezeichnet, und der Einfachheit halber ist die Verbindung des Plättchens 42 mit dem Kontakte 17 nicht gezeichnet, ebenso wie auch die Kontakte für die Entladestellung (Fig. 13) weggelassen sind.

Die mit dem elektrostatischen Schaltapparat (Fig. 9) kombinierte Wirkung der Einrichtung ist folgende:

Die Kontaktwalze 27 (Fig. 9) wird durch die Feder 37 stets in die Ladestellung gebracht. Außerdem ist auf die Achse ein Elektromagnet 35 gekeilt, und am Gestell der feste Magnet 36 angebracht. Falls nun der Elektromagnet 35 erregt wird, dreht er unter Überwindung der Federkraft die Kontaktwalze in die Entladestellung. Damit die Erregung des umschaltenden Elektromagneten selbsttätig bei einer bestimmten Spannung erfolge, ist ein elektrostatischer Schalter (Fig. 9) angebracht.

Der nicht mit der Erde verbundene Beleg des letzten oder der Beleg eines beliebigen andern Kondensators ist mit den Kugeln

29 und 32 verbunden. Wenn nun in der Ladestellung das Potential steigt, so stoßen die Kugeln einander mehr und mehr ab, bis die mit der Gabel 33 versehene bewegliche Kugel 32 in zwei Quecksilbernäpfchen taucht und dadurch den von der Batterie 3 gelieferten und den drehbaren Elektromagneten 35 erregenden Strom schließt oder diesen Stromschluß mittels Relais bewirken läßt.

Den Betrag der Spannung, bei der dieser Stromschluß und damit die Entladung der rheostatischen Maschine erfolgt, kann man mittels der verschiebbaren Gewichte 38 und 39 regeln. Der Apparat ist zum Schutze mit dem Glassturze 40 versehen. Innerhalb des Sturzes befindet sich auch eine mit Chlorkalzium gefüllte Schale 41.

Solange die Spannung an den Kugeln 29 und 32 konstant hoch bleibt,\* dauert die Abströmung fort, damit auch die Erregung des Magneten; die Akkumulatoren erhalten den Nutzstrom. Wenn die Kondensatoren ihre Ladung abgegeben haben, wird die abstoßende Kraft der Kugeln kleiner, womit der Quecksilberkontakt unterbrochen wird, die Erregung des Elektromagneten aufhört und die Feder 37 die Kontaktwalze wieder in die Ladestellung bringt, worauf das Spiel von neuem beginnen kann. Bei größeren abzuleitenden Elektrizitätsmengen können zwei rheostatische Maschinen abwechselnd arbeiten, so daß, während die eine entladen wird, die andere geladen werden kann. Es ist nun leicht ersichtlich, daß, wenn die Kapazität der rheostatischen Maschine nicht geändert wird, das Umschalten durch das Elektrometer immer bei demselben Potential der rheostatischen Maschine erfolgen wird, und da die Anzahl der Platten, also das Transformationsverhältnis dasselbe bleibt, so werden auch die aus der rheostatischen Maschine geleiteten Stromstöße dieselbe Spannung haben.

Es wird durch die Unregelmäßigkeiten der Elektrizitätsquelle der Zeitraum, in welchem die Stromstöße aufeinander folgen, verändert; dies hat aber, sobald nun die Spannung konstant bleibt, auf das Laden der Akkumulatoren keinen schädlichen Einfluß. Der aus der rheostatischen Maschine geleitete Strom kann zu Zeiten, wo er genügend konstant ist, direkt mit Umgehung der Akkumulatoren verwendet werden. 24 und 25 sind die Leitungsdrähte, die entweder direkt zur Verbrauchsstelle oder zu einer Akkumulatorenbatterie führen.“

\* \* \*

Auch dieses Patent besitzt alle früher erörterten Schwierigkeiten. Der eigentliche neue Gedanke ist der, daß der Ballon erhitzt wird, wodurch eine erhöhte Ventilation gebildet wird, die die Geschwindigkeit der Wassertropfenbildung vergrößert und dadurch die Ladung der Sammler erhöhen soll. Die Hauptschwierigkeit besteht in der



Ausführung der Erhitzung in der Praxis, und es ist überhaupt fraglich, ob das gewünschte Resultat dadurch zu erzielen ist; außerdem sind die großen Ballons aus Zeug mit den schweren Metallnetzen und -spitzen an und für sich eine aussichtslose Sache.

\* \* \*

Im weiteren sei das

Amerikanische Patent 1014719 vom 16. Januar 1912  
Erfinder: Walter J. Pennock, Philadelphia, Pennsylvania  
erwähnt. Der Patentanspruch lautet in der Übersetzung etwa folgendermaßen:

„Der Patentschutz wird gefordert für einen Sammler für elektrische Ladungen, der aus einer Anzahl von Trägern und einem Metallnetz besteht, das durch diese Träger so gehalten wird, daß es in einer Ebene liegt und in ungefähr gleichmäßiger Entfernung von jedem einzelnen der oben erwähnten Träger, der ferner Ankervorrichtungen besitzt, die von einem gemeinsamen Punkte nach jedem der genannten Träger ausgehen, der ferner eine Vorrichtung, die Träger in ihrer normalen Stellung zu halten, und außerdem eine zwischen jedem der erwähnten Träger und dem Netz angebrachte Vorrichtung besitzt, die jedem Träger gestattet, sich schnell und unabhängig jedem Wechsel der Luftströmung anzupassen.“

\* \* \*

Auch nach diesem Patent läßt man Ballons aus Seide u. dgl. Stoffen, die metallische Sammelnetze tragen, in die Luft aufsteigen. Wie aus dem Patentanspruch ersichtlich ist, wird der Patentschutz nachgesucht für die Art der Ausführung der vom Ballon herabhängenden Leiter. Wegen dieses geringen Unterschiedes von den vorigen Patenten sehe ich von einer genaueren Erläuterung ab.

\* \* \*

Zuletzt wäre das

D.R.P. 248580 vom 22. Juni 1912.  
Erfinder: Heinrich Johannsen, Lübeck  
anzuführen, dessen Patentanspruch folgendermaßen lautet:

„Verfahren zum Auffangen von Luftpotektrizität mittels senkrechter oder schräger Leiter, dadurch gekennzeichnet, daß in die Leitung eine hochgespannte Stromquelle eingeschaltet wird, zum Zweck, den Spitzenwiderstand herabzusetzen.“

Patentbeschreibung.

„Verfahren zum Auffangen von Luftpotektrizität mittels senkrechter oder schräger Leiter.

Das neue Verfahren zum Auffangen von Lufterlektrizität mittels längerer vertikaler oder schräger Leiter hat den Zweck, durch Verminderung des bei solchen Leitern bisher vorhandenen starken Spitzenwiderstandes bedeutend größere Elektrizitätsmengen aus der Luft zu erlangen.

Dieses Ziel wird durch Einschaltung einer passenden Stromquelle in die Luftleitung erreicht. Bedingung ist nur, daß diese Stromquelle einen polarisierten Strom liefert, der dem aus der Luft gewonnenen in bezug auf Spannung möglichst nahekommt. Dann wird durch Ausstrahlung an den oberen Spitzen oder Kanten der Spitzenwiderstand beseitigt oder zum wenigsten herabgesetzt.

Die auf diesem Wege aus der Luft zu erlangenden Elektrizitätsmengen betragen ein Vielfaches des sonst erzielten. Es ist von Vorteil, die Stromquelle möglichst hoch in der Leitung anzubringen.“

\* \* \*

Der Erfinder will den großen Spitzenwiderstand, der laut seiner Erfindung die Hauptursache der geringen Ladung sein soll, durch Einschaltung eines starken polarisierten Stromes behoben haben.

Daß solche Einschaltung Vorteile besitzt, kann nicht geleugnet werden; sie ist aber praktisch nicht ausführbar, wovon sich der Erfinder wohl schon selbst überzeugt haben wird.

\* \* \*

Weiter ist über die atmosphärische Elektrizität nichts bekannt, abgesehen davon, daß hier und dort in Zeitungen Publikationen von glänzenden Erfolgen eines Erfinders erscheinen, der eine neue Erfindung zur Nutzbarmachung von atmosphärischer Elektrizität gemacht haben will und für diese Zwecke Geld sucht.

Versuchte man, sich mit diesen Leuten in Verbindung zu setzen, so stellte sich stets heraus, daß entweder große Summen vorher bezahlt werden mußten, um überhaupt erst etwas Näheres zu erfahren, oder die Erfindung bestand immer in dem gleichen Gedanken:

Es wurde ein Ballon aus Seide vorgeschlagen, der ein Netz mit vielen Nadeln tragen sollte. Auf welche Weise die Anlage vor Blitz oder Überspannung geschützt oder wie die Umwandlung der Elektrizität in eine technisch brauchbare Form sowie deren Regulierung vorgenommen werden sollte, davon konnten sich die Herren weder eine ernst durchdachte Vorstellung machen, noch dafür Beweise erbringen.

Aus oben Gesagtem geht klar hervor, daß die Versuche, atmosphärische Elektrizität dadurch zu gewinnen, daß Luftballone als Sammler steigen gelassen werden, die auf einer nichtmetallischen Ballonhülle — hierin stimmen alle Erfinder überein — ein metallisches

Ergebnisse  
der  
Vorversuche.

Sammelnetz trugen, nicht zum Ziel führen konnten. Der Ballon mußte zu große Lasten tragen und erhielt deshalb zu großen Umfang. Sturm, Regen und sonstige atmosphärischen Einflüsse hatten zu große Angriffsflächen, so daß sicher ein Reißen der ganzen Sammelnetze vorauszusehen war, ohne davon zu reden, daß solche großen Ballonhüllen dauernd große Mengen Gas durch Diffusion verloren. Dadurch war ihre Verwendung und Rentabilität ausgeschlossen, wenn auch auf diesem Wege an sich eine Sammlung von atmosphärischer Elektrizität möglich zu sein scheint.

Der zweite Fehler der bisherigen Versuche war, daß alle Erfinder die atmosphärische Elektrizität direkt als statischen Gleichstrom hoher Spannung und äußerst kleiner Stromstärke verwenden wollten. Es stehen dieser Anwendung fast unüberwindliche Schwierigkeiten der Isolation und Regulierung gegenüber. Verfahren, die erlauben, diese Art Elektrizität in eine andere, weniger gefährliche Form, die technisch verwendbar wäre, zu verwandeln, waren noch nicht bekannt. Das alles mußte erst gefunden werden.

Die Hauptgründe der bisherigen Mißerfolge können in folgenden allgemeinen Punkten zusammengefaßt werden:

1. Alle Erfinder haben auf einzelnen Luftballonen aus nichtleitenden, zerreißbaren und das Gas durchlassenden Stoffen schwere metallische Netze als Sammler anzubringen gedacht.

2. Es waren keine Mittel verwendet worden, um die Ionisation der Sammlungskoeffizienten der Kollektornetze durch künstliche Mittel (radioaktive Substanzen, photoelektrisch wirkende Substanzen, Vorrichtungen zur Bildung ultravioletter Strahlen usw.) zu erhöhen.

3. Kein Erfinder hat einen Versuch mit Ballonsammlern aus Metallblech gemacht<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Solche metallische Ballonsammler besitzen aber folgende wichtige und auf anderem Wege nicht zu erreichende Vorteile:

- a) Die metallischen Hüllen sind undurchdringlich für Helium und Wasserstoff; sie stellen gleichzeitig große metallische, wetterfeste Kollektorflächen dar.
- b) Radioaktive Mittel usw. können innen oder außen leicht angebracht werden, wodurch die Ionisation erheblich erhöht wird und damit auch die gesammelte Menge der atmosphärischen Elektrizität.
- c) Solche Ballonsammler aus Leichtmetall brauchen nicht groß zu sein, da sie nur ihr eigenes geringes Gewicht und das des Leitungsdrahtes tragen müssen.
- d) Das ganze System bietet daher Sturm und Wind wenig Angriffsflächen und wird widerstandsfähig und stabil.
- e) Jeden Ballon kann man leicht durch eine Winde heben und senken, so daß alle Reparaturen, Nachfüllen usw., gefahrlos während der Arbeit ausführbar sind.



4. Kein Erfinder hat die Wichtigkeit und Bedeutung eines über der Erde in der Luft ausgebreiteten Antennensammlernetzes aus mehreren einzelnen Sammlern, die untereinander durch elektrische Leiter verbunden sind, erkannt.

5. Kein Erfinder hat bis heute als Mittel zur Erhöhung der Kapazität bei Gewinnung atmosphärischer Elektrizität Kondensatorbatterien angewendet, deren richtige Einschaltungsbedingungen ausgearbeitet, sowie überhaupt die Wichtigkeit der Verwendung solcher hoher Kapazitäten für diese Zwecke erkannt. (Folge davon ist, daß bis heute nur äußerst geringe Elektrizitätsmengen und diese in einer praktisch unbrauchbaren Stromart zur Verfügung standen.)

6. Alle Erfinder waren stets bestrebt, die gesammelte statische Elektrizität der Luft direkt in mechanische Energie umzuwandeln, was eben auf unüberwindliche Schwierigkeiten stieß.

7. Bisher waren von den Erfindern keine Vorrichtungen gegen Überspannungen, Blitzgefahr usw. verwendet oder vorgesehen. Gleichfalls war eine Regulierung einer solchen Energie in keiner Weise möglich.

Es ist ausgeschlossen, die atmosphärische Elektrizität auszunutzen, solange die nach 1 bis 7 gegebenen Hindernisse nicht beseitigt sind.

Die Sammlung der atmosphärischen Elektrizität kann mit der Sammlung der Sonnenwärmeenergie verglichen werden. Z. B. ist es auch an heißen Sommertagen unmöglich, in einem Kessel, dessen Oberfläche den Sonnenstrahlen gleichmäßig ausgesetzt ist, das Wasser zum Kochen zu bringen, wengleich die Sonne auch große Wärmemengen abgibt.

Vergleich der Sammlung der atmosphärischen Elektrizität mit der der Sonnenenergie.

Wenn man jedoch durch große Linsen, die wesentlich größer als die Kesselfläche sein müssen, die Sonnenstrahlen auf den Kessel konzentrieren würde, so könnte man das Wasser nicht nur zum Kochen, sondern sogar zum Verdampfen bringen. Ohne Sammlung der Strahlen reicht die Wärmedichte auf eine gegebene Quadratfläche zur Erhitzung nicht aus. Dasselbe gilt in ähnlichem Sinne auch für die atmosphärische Elektrizität. Wenn man nur eine Antenne aufstellt, so werden nur diejenigen Teile der atmosphärischen Elektrizität angezogen, die sich in der Nähe der Antenne befinden. Da die Dichte und Bewegungsschnelligkeit der elektrisch geladenen Teilchen der Atmosphäre aber nur klein sind, so wird auch die induzierte Spannung in dem Antennenleiter klein sein und mithin auch die Stromstärke.

Die ring- oder netzförmig angeordneten, stark ionisierenden Sammelsysteme gemäß vorliegender Erfindung gestatten aber, größere Elektrizitätsmengen zu sammeln, da sie elektrisch geladene Teilchen

über einer Fläche von 1, 10, 100 oder mehr qkm anzuziehen vermögen. Es müssen jedoch hierbei eine Reihe anderer Verhältnisse in Betracht gezogen werden, die an Hand von Zeichnungen später näher beschrieben werden sollen.

Die Sammlung der atmosphärischen Elektrizität mittels großer Antennensysteme hat dem oben erwähnten Vergleichsbeispiel (Sammlung der Sonnenenergie) gegenüber folgende zwei Vorteile, die bisher niemand erkannt und anzuwenden verstanden hat: 1. die Anwendung großer Sammelflächen (die einzelnen Linsen bzw. Spiegelflächen, die bei Sonnenwärmeausnutzung Anwendung finden, kann man nicht so groß machen, wie die Sammelsysteme); 2. die große Kapazität der Sammelapparate für die atmosphärische Elektrizität (durch die Linsen oder Hohlspiegel kann man nicht so große Flächenräume beeinflussen, wie mit den Antennensystemen).

Rechnet man die anderen Schwierigkeiten, die der Ausnutzung der Sonnenenergie im Wege stehen, wie Wechsel der Jahreszeiten, Veränderung des Sonnenstandes zum Zenith, noch dazu, so ergibt sich, daß die Verhältnisse für die Sammlung atmosphärischer Elektrizität wesentlich günstiger liegen. Letztere ist auch nicht an die Anwendung kompakter Sammelflächen oder an bestimmte Örtlichkeiten oder dergleichen Beschränkungen gebunden. Sie stützt sich vielmehr auf beliebig ring- oder netzförmig angeordnete Drahtverbindungen, die in beliebigem Höhenabstand vom Erdboden von in gleichmäßigen Abständen geeignet aufgestellten stark ionisierenden Sammelantennen getragen werden und diese untereinander verbinden.

Die Öffnungen solchergestalt aufgestellter Ringe oder Netze können um so größer sein, je höher die vertikalen Antennen sind, da die ganze Leitung weder Wärme noch Lichtschatten abgibt. Weiter wird die statische Elektrizität dank ihrer besonderen Eigenschaften durch Kondensatorwirkung in dem Antennenleiter aufgespeichert, und es ist möglich, sie durch geeignete Einschaltungen spezieller Kondensatorenbatterien gleichmäßig in dem Netz zu verteilen und auf diese Weise kolossale Ladungskapazitäten zu erhalten, wofür es bei der Sammlung der Sonnenenergie keine Analogie gibt.

Aus vorgenannten Gründen kann damit gerechnet werden, daß vorliegendes Verfahren die Gewinnung und Nutzbarmachung der atmosphärischen Elektrizität wirklich auf eine billige und bequeme Art und Weise möglich machen wird.

Ein Mangel, der sämtlichen bisherigen Erfindungen anhaftete, war der, daß stets versucht wurde, die elektrische Energie sofort in mechanische zu überführen.

Wenn es z. B. auch gelänge, eine Influenzmaschine von großer Stärke zu konstruieren, so wäre doch ihre Anwendung wegen der

Schwierigkeiten der Belegung, sowie der Isolation der Achsen und anderer Teile unmöglich. Es kämen solch ungemein große Spannungen in Betracht, daß Kurzschluß und Funkendurchschlag nicht vermieden werden könnten. Ebenso ist es unmöglich, solch große Aggregate gefahrlos ein- und auszuschalten oder für gleichmäßige Belastung zu regulieren, abgesehen von mannigfachen andern Hindernissen, die überhaupt verbieten, Motoren mit hochgespannten Strömen zu speisen.

Nach vorliegender Erfindung wird die atmosphärische Elektrizität nicht direkt in mechanische Energie umgewandelt, was den Hauptunterschied von den bisherigen Erfindungen auf diesem Gebiete bildet, sondern die statische Elektrizität, die durch Antennenleitungen in Form von Gleichstrom sehr hoher Spannung und kleiner Stromstärke zur Erde läuft, wird umgewandelt in elektrodynamische Schwingungsenergie hoher Wechselzahl. Hierdurch werden viele Vorteile erreicht und alle Nachteile beseitigt.

Erklärung des neuen Grundprinzips der Umwandlung statischer atmosphärischer Elektrizität in elektromagnetische Schwingungen.

Die in geschlossenen, oszillatorischen Stromkreisen gebildete, elektrodynamische Schwingungsenergie erzeugt in einem andern Stromkreis, z. B. in einer geeignet gebauten Maschine, durch Resonanzwirkung elektromagnetische Wellen gewünschter Größe und mechanischen Effekt. Die Resonanzwirkung solcher Ströme gestattet ferner, in einfacher und bequemer Weise das Anlassen, die Regulierung und die Abstellung solcher Maschinen herbeizuführen, und zwar geschieht dies einfach durch Stimmung bzw. Verstimmung der Resonanz des im Transformatorkreis und des in der Wicklung der Maschine fließenden Stromes. Weiter sind solche Ströme, außer für Motorbetrieb, für verschiedene andere Gebiete der Technik direkt zu verwenden, z. B.: Beleuchtung, Erzeugung von Wärme und Elektrochemie.

Außerdem kann man mit solchen Strömen eine Reihe von Apparaten ohne direkte feste Stromzuleitung speisen, ganz abgesehen von der Möglichkeit, sie für drahtlose Telegraphie und Telephonie zu verwenden.

In der Praxis waren große Schwierigkeiten zu überwinden, denn es war nicht bekannt, wie man solche großen Maschinen konstruieren sollte, und wie die zur Speisung erforderlichen elektromagnetischen Schwingungen von so hoher Wechselzahl reguliert werden konnten.

Im Nachfolgenden soll eine genaue Beschreibung gegeben werden, wie diese Fragen gelöst wurden.

In Fig. 14 ist ein einfaches Schema zur Umwandlung statischer Elektrizität in dynamische Energie hoher Schwingungszahl dargestellt. Zwecks Klarheit der Zeichnung ist nicht eine Luftantenne, sondern eine Influenzmaschine angenommen. 13 und 14 sind Sammlungskämme



der statischen Elektrizität der Influenzmaschine. 7 und 8 sind Funkenentladungskontakte, 6 und 5 eingeschaltete Kondensatoren, 9 eingeschaltete induktive Primärwicklung, 11 und 12 Leitungsenden der Sekundärwicklung 10. Wenn die Scheibe der statischen Influenzmaschine durch eine mechanische Kraft in Drehung gesetzt wird, so sammelt der eine Kamm die positive, der andere die negative Elektrizität. Die Belegungen der Kondensatoren 5 und 6 werden so lange beladen, bis die sich bildende Spannungserhöhung so groß wird, daß die Funkenstrecke 7 bis 8 durchschlagen wird. Da sich über Funkenstrecke 7 und 8, über Kondensatoren 6 und 5 und Induktivwiderstand 9 ein geschlossener Stromkreis bildet, so entstehen, wie bekannt, in diesem Kreise elektromagnetische Schwingungen hoher Wechselzahl.

Die erzeugten hochschwingenden Ströme im primären Kreise induzieren im sekundären Kreis Ströme mit derselben Periodenzahl, jedoch schon völlig elektromagnetischer Natur. Die elektromagnetischen Schwingungen werden durch neue Ladungen der statischen Elektrizität unterhalten.

Steht die Anzahl der Windungen des Primär- und Sekundärkreises im richtigen Verhältnis zu einander, was man bei richtiger Anwendung der Resonanzkoeffizienten (Kapazität, Induktanz und Widerstand) berechnen kann, so kann man die Ströme des Primärkreises mit hoher Spannung in solche beliebig niedriger Spannung und höherer Stromstärke umwandeln.

Wenn die Schwingungsentladungen im Primärkreise schwächer werden oder ganz nachlassen, beginnt wieder die Ladung der Kondensatoren mit statischer Elektrizität, bis die Funkenstrecke wieder durchschlagen wird. Dies alles wiederholt sich so lange, als von der statischen Maschine Elektrizität durch Zuführung mechanischer Energie erzeugt wird.

Es soll nicht behauptet werden, daß diese Anwendung der statischen Maschine und die Umwandlung der erzeugten Elektrizität nach obigem Schema früher nicht bekannt war; derartige Ausführungen sind schon oft angewandt und beschrieben worden. Es wird nur Priorität darauf beansprucht, daß in dieser Erfindung zuerst diese Versuchsanordnung zur Gewinnung atmosphärischer Elektrizität für praktische Zwecke in Anwendung gebracht und daß die für solche Ströme nötigen Maschinen (Motoren), sowie ihre Schaltungs- und Regulierungsschemata konstruiert wurden. Durch diese Erfindung allein ist die Möglichkeit gegeben, atmosphärische Elektrizität für die Technik wirklich als praktisch bequeme Energiequelle nutzbar zu machen, ohne daß durch die Anlage Lebensgefahr für die Menschen besteht. Weiter ist es nur durch Transformierung

der statischen atmosphärischen Elektrizität in elektromagnetische Schwingungen möglich gewesen, die Schwierigkeiten der Isolation, der Baukonstruktion, der Regulierung, des Anlassens und Ausschaltens Herr zu werden.

Aus Fig. 15 ist ersichtlich, wie die in Schema 14 wiedergegebene Anordnung für Gewinnung und Transformierung der atmosphärischen Elektrizität angewendet werden kann. Besonders sei der Hauptunterschied zwischen dieser und andern früheren Erfindungen hervorgehoben. Er besteht darin, daß zwei parallele Funkenstrecken angewendet werden, von denen die eine als Arbeitsstrecke (7) und die andere zur Sicherung gegen Überspannungen dient. Die letztere besteht aus mehreren einzelnen in Serienschaltung angeordneten Funkenstrecken mit größerem Gesamtabstand als die Arbeitsstrecke und ist mit sehr kleinen Kapazitäten überbrückt ( $a_1, b_1, c_1$ ), was den Zweck hat, die gleichmäßige Funkenbildung in der Sicherungsstrecke zu ermöglichen.

Verwendung  
von zwei  
parallelen  
Funken-  
strecken.

Weiter bedeutet in Fig. 15 A eine Luftantenne zur Sammlung atmosphärischer Elektrizität (genaue Beschreibung folgt noch), 13 Verbindung der Sicherungsfunkenstrecke mit der Erde, 5 und 6 Kondensatoren, 9 Primärwicklung. Wenn jetzt durch Antenne A die positive, atmosphärische Elektrizität bestrebt ist, sich mit der negativen Ladung der Erde auszugleichen, so verhindert der Luftzwischenraum zwischen den Funkenstrecken diesen Ausgleich. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist der Widerstand der Funkenstrecke 7 niedriger als bei der andern Funkenstrecke, der aus drei in Serien geschalteten Funkenstrecken besteht und infolgedessen eine dreimal größere Luftzwischenstrecke zu überwinden hat.

Also, solange der Widerstand der Funkenstrecke 7 nicht überlastet wird, erfolgen die Entladungen nur hierüber. Erhöht sich aber die Spannung durch irgendwelche Einflüsse so sehr, daß sie für die Belegung der Kondensatoren 5 und 6 oder für die Isolierung der Wicklungen 9 und 10 gefährlich werden könnte, so erfolgt bei richtigem Einregulieren des Widerstandes der zweiten Funkenstrecke über diese eine induktionsfreie Entladung zur Erde, ohne daß die Maschine gefährdet wird.

Ohne diese zweite parallel angeordnete Funkenstrecke mit größerem Widerstand als die Arbeitsfunkenstrecke ist es unmöglich, große Mengen Elektrizität gefahrlos zu sammeln und nutzbar zu machen.

Das in Fig. 15 dargestellte Schema ist das einfachste und nur gewählt, um das Grundprinzip zu erklären. Für die Praxis sind verwickeltere Schemata erforderlich, von denen die wichtigsten für

verschiedene Verwendungszwecke ausgearbeitet sind und im Nachfolgenden beschrieben werden.

Erklärung des Prinzips der Umwandlung elektromagnetischer Schwingungen in mechanische Energie.

Die Wirkungsweise der geschlossenen Schwingungskreise, bestehend aus Funkenstrecke 7 und zwei Kondensatoren 5 und 6, der Primärwicklung 9, wie auch der Sekundärwicklung 10, ist genau dieselbe, wie für Schema 14 beschrieben. Weiter sind in Fig. 15 schematisch zwei Motortypen dargestellt, die zur Umwandlung von aus statischer Elektrizität erhaltenen elektromagnetischen Schwingungen hoher Wechselzahl in mechanische Energie dienen.

Tesla-Motoren.

Auch auf dem Gebiete der hochschwingenden Ströme waren schwierige Fragen zu lösen. Bisher war nur das Motorsystem Tesla bekannt (schematisch in Fig. 15 durch 16 und 17 dargestellt), das auf den Erscheinungen der Hysterese beruht. Der Motor ist aus eisernen Stiften und metallischen Scheiben zusammengesetzt. Wenn auf dieselben elektromagnetische Schwingungen hoher Wechselzahl einwirken, wird eine rotierende Bewegung erzeugt. Die Beschreibung dieses Schemas dient nur zur Erläuterung des Grundprinzips; es hat jedoch für die Ausführung großer Maschinen keinerlei praktisches Interesse wegen der Unmöglichkeit der Regulierung und wegen des niedrigen Nutzeffektes.

Resonanz-Motoren.

Laut vorliegender Erfindung sind alle diese Schwierigkeiten durch Konstruktion einer Maschine überwunden, die für elektromagnetische Energie hoher Wechselzahl mehr oder weniger gedämpfter Natur anwendbar ist.

Fig. 15 zeigt die erste Form einer derartigen Maschine. Der Unterschied zwischen dem Prinzip des Baues dieser Motoren gegenüber dem bisher gebräuchlichen besteht darin, daß der Motor keine Magneten enthält und nicht allein auf dem Prinzip der magnetischen Induktion beruht (wie alle jetzigen Motoren und auch die Tesla-Motoren), sondern auf Kombination der reinen statischen Induktion mit der elektromagnetischen im statischen Felde.

Da der Motor für hochschwingende Ströme bestimmt ist, so muß er möglichst eisenfrei sein und aus gut leitendem Metall hergestellt werden. Es hat sich nun gezeigt, daß zur Speisung solcher Motoren ohne Magnetmetall nicht nur Ströme mehr oder weniger gedämpfter Natur verwendet werden können, sondern daß auch infolge deren besonderer Eigenschaften elektromagnetischen Resonanzerscheinungen gegenüber die Möglichkeit gegeben ist, die Motoren einfach und gefahrlos ein- und auszuschalten und zu



regulieren. Diese Motortypen können dieserhalb als Resonanzmotoren bezeichnet werden.

Der in Fig. 15 angeschlossene Motor besteht in seinen Hauptteilen aus einzelnen in sich kurz geschlossenen Schwingungskreisen. Die elektromagnetischen Schwingungspole sowohl des Stators (unbeweglicher Teil des Motors) als auch des Rotors (beweglicher Teil des Motors) sind in einem geeigneten festen Isolator radial eingebettet oder befestigt. Sämtliche Schwingungskreise werden von der Hauptstromleitung einer elektromagnetischen Schwingungsquelle passender Schwingungszahl und mehr oder weniger gedämpfter Natur gespeist. Ein jeder solcher Resonanzkreis besteht für sich aus einem geschlossenen Schwingungskreis, gegeben durch Selbstinduktion, Kapazität und Ohmschen Widerstand.

Daraus ergibt sich:

- a) eine Möglichkeit, auch mit elektromagnetischen Schwingungen von hoher Wechselzahl Motoren beliebig hoher Pferdestärken zu betreiben, da eine genügende Anzahl solcher Schwingungskreise parallel im Motor vorgesehen werden kann;
- b) eine Möglichkeit, für den Betrieb mit elektromagnetischen Schwingungen von hoher Wechselzahl auch asynchron wirkende Motoren zu konstruieren (für ähnliche Zwecke, für die die jetzigen Asynchronmotoren für gewöhnliche Wechselströme oder Drehströme gebraucht werden);
- c) eine Möglichkeit, nicht nur mit einer gewünschten Anzahl Pferdestärken im voraus rechnen zu können, sondern auch eine widerstandsfähige und eine einfach ausführbare Konstruktionsform zu erzielen;
- d) eine ideale Ein- und Ausschaltung und Regulierung solcher Motoren durch Veränderung der Resonanz; d. h. durch Veränderung der Kapazität oder des Selbstinduktionskoeffizienten des Speisestromes wird die mehr oder weniger gute Resonanz der einzelnen Schwingungskreise im Verhältnis zum Hauptstrom zerstört oder hergestellt.

Durch Versuche wurde festgestellt, daß dieselbe Maschine entsprechend verschieden arbeitet, je mehr oder weniger die Maschinenelemente mit ihren Eigenschwingungen von den Eigenschwingungen des Speisestromes differieren. Nach einer Reihe von Versuchen erhielt der Motor die in Fig. 15 gezeichnete, vereinfachte Ausführungsform.

Durch die Leitungsdrähte (14 und 15) wird der Motor aus der Quelle der elektromagnetischen Schwingungen von hoher Wechselzahl gespeist. Die Leitungsdrähte sind mit dem sekundären Transformator

10 über zwei Kondensatoren 5a und 6a verbunden. In gewissen Fällen können die Kondensatorenbatterien 5a und 6a durch eine parallel geschaltete Batterie 18 (punktiert gezeichnet) ersetzt werden. Der Stator kann in verschiedener Weise konstruiert sein.

Von der Statorleitung (dicker Linienzug II und I) gehen z. B. zwölf Abzweigungen in zwölf kurzgeschlossene Schwingungskreise, die radial in die Statorfläche eingebettet sind. Jeder dieser Schwingungskreise besitzt eine gewisse gegebene Kapazität und Selbstinduktion, die so gewählt sind, daß sie sich der Wellenlänge des Speisestromes anpassen. Diese zwölf Schwingungskreise bilden die zwölf elektromagnetischen Felder. Zwischen diesen zwölf Schwingungskreisen, die mit der Hauptleitung verbunden sind, befinden sich zwölf andere Schwingungskreise, die auf gleiche Wellenlänge gestimmt sind, d. h. den gleichen Induktionskoeffizienten sowie die gleiche Kapazität besitzen, aber nicht direkt mit der Speiseleitung verbunden sind. Die mit der Speiseleitung direkt verbundenen Schwingungskreise sind mit b bezeichnet und die andern mit a. Im ganzen erhält der Stator vierundzwanzig einzelne Schwingungskreise. Die ersten zwölf Schwingungskreise sind aber nicht direkt metallisch verbunden, sondern durch einen zylindrischen Stab b wird eine Flächeninduktion hervorgerufen. Um das vorher Gesagte näher zu erläutern, sind in Fig. 16 vier solche einzelnen Schwingungskreise und ihre Verbindungen mit der Hauptleitung 14 dargestellt. Hierfür wird in dieser Erfindung ein neuartiger Kondensator benutzt, der dadurch gekennzeichnet ist, daß er drei Belege besitzt. Wie aus Fig. 16 zu ersehen ist, wird der kurzgeschlossene Schwingungskreis, bestehend aus den beiden Kondensatorbelegen 1 und 2, die mit einem metallischen Leiter 4 in einer Windung kurzgeschlossen sind, durch die dritte Belegung 3 erregt, die direkt metallisch mit der Hauptleitung verbunden ist. Wenn die Kapazität und der Selbstinduktionskoeffizient in dieser dritten Leitung so berechnet sind, daß die eigenen Schwingungen sich in Resonanz mit den Schwingungen der Hauptleitung befinden, so wird das Maximum an elektromagnetischer Energie dem kurzgeschlossenen Schwingungskreis zugeführt. Selbstverständlich kann die Leitungsdimension so gewählt werden, daß sie  $\frac{1}{2}$  oder nur  $\frac{1}{4}$  Wellenlänge entspricht.

In der Praxis führt man die Kondensatorbelege in Form von metallischen Röhren aus (Fig. 17). Als dritte Kondensatorfläche, die als Erreger gelten soll, steht in der Mitte (in Fig. 15 durch 3 und b, b, b bezeichnet) ein Stab oder eine Röhre. Zwischen den einzelnen Röhren und auch zwischen den Erregerelektroden befindet sich ein guter Isolator. So erhält man ein sehr festes und bequemes System von Schwingungskreisen für hochschwingende Ströme sowohl auf

den Stator-, als auch auf den Rotorflächen. Diese müssen aus gut isolierendem Material hergestellt werden, am besten aus speziell hierfür bearbeitetem Kunstholz und oder Papier ohne Struktur, da gewöhnliche Holz- und Papiermassen in der Regel nicht die nötige Festigkeit und Isolierfähigkeit aufweisen. Nach der oben beschriebenen Ausführung erhält man bei guter elektrischer Isolierfähigkeit eine mechanische Festigkeit, die allen Anforderungen der Motorbaukunst entspricht.

Alle einzelnen Verbindungsdrähte 4 (Fig. 16) können auch durch einen starken metallischen Ring 4 (Fig. 15), der auf dem Stator befestigt ist und als Unterlage für einzelne metallische Stäbe dient, ersetzt werden. Selbstverständlich muß für spezielle Fälle der Leiter 4 durch Isolationsscheiben von dem Ring isoliert werden.

Müssen solche dreipoligen Schwingungskreise bei derselben Kapazität eine sehr hohe Induktion aufweisen, so werden statt glatter Metallzylinder Spiralen in Zylinderform aufgewickelt, wobei die weitere Ausführung der einzelnen Induktionskondensatorbelege ganz genau nach Schema 16 zu geschehen hat. Im letzten Falle erzielt man die mechanische Festigkeit dadurch, daß man die Isolierschicht aus Ebonit, Fiber oder ähnlichem Material mit hoher Festigkeit herstellt und die Windungen auf solche Röhren aufwickelt, diese aber in metallischen Ringen in die Statorfläche fest einbettet.

In Fig. 17 sind die Verbindungen der einzelnen Schwingungskreise abgebildet für den Fall, daß keine dritte Elektrode nötig ist, und der Schwingungskreis nur zum Zwecke der Phasenverschiebung angewendet wird.

In gleicher Weise werden zweipolige Schwingungskreise auch in der Rotorfläche eingebettet, und zwar in der gleichen Anzahl oder auch nur halb so viel wie in der Statorfläche. Sie müssen jedoch die gleiche Kapazität und Selbstinduktionskoeffizient besitzen wie die Statorschwingungskreise.

Die einzelnen Schwingungskreise im Rotor können entweder voneinander isoliert werden, oder, wie in der Statorbeschreibung, durch einen Metallring (4, Fig. 15) miteinander kurzgeschlossen werden.

Auf Fig. 18 und 19 ist perspektivisch dargestellt, wie die einzelnen Schwingungskreise auf die Rotorfläche montiert und durch Ringe kurz geschlossen werden.

Die einzelnen Schwingungskreise bestehen (wie aus Fig. 17 ersichtlich) aus zwei ineinander geschobenen, aber voneinander isolierten Metallzylindern (auf Fig. 18 mit 1 und 2 bezeichnet), die, durch Verbindungsleitung 3 kurzgeschlossen, einen in sich geschlossenen Schwingungskreis bilden. Die Zylinder werden mit ihren beiden Enden auf der Rotorgrundlage (übersichtshalber nicht gezeichnet) in



zwei Ringen aus Isoliermaterial (Fiber usw.) mit den Zapfen a, a, b, b befestigt.

In der Praxis sind diese Ringe jedoch nicht nötig, da die Röhren der ganzen Länge nach in den zylinderförmigen Grundkörper des Rotors aus Isoliermaterial einfach eingebettet werden, der seinerseits wieder auf einen Metallzylinder auf der Rotorachse befestigt wird. Auf derselben Achse (isoliert oder auch kurzgeschlossen) befinden sich zwei metallische Ringe 6 und 7. Weiter wird durch die spezielle Verbindungsleitung 4 die eine Hälfte der Schwingungskreise mit Ring 6, und durch die Leitungen 4a die andere Hälfte mit Ring 7 in gleicher Weise metallisch verbunden. Man kann aber auch alle Enden mit einem Ring oder alle mit beiden verbinden. Ferner können sogar alle Verbindungsleitungen ausgeschaltet werden, wenn man nämlich die Achse als gemeinsamen Verbindungsleiter betrachtet.

Will man die Selbstinduktion der einzelnen Schwingungskreise erhöhen, so müssen die Ringe 6 und 7 von der Achse isoliert sein, und die Verbindungsleitung 3 wird nicht kurzgeschlossen wie auf Fig. 18, sondern sie kann in einige Windungen gelegt werden (Fig. 19). Hierbei liegt der Verbindungsleiter 3 zwischen den Kondensatorbelegen 1 und 2 und die Verbindungsleiter 4 und 4a mit dem Ring 6 und 7 auf der Rotorachse.

Durch Auswahl geeigneter Kapazität und Selbstinduktion müssen die einzelnen Schwingungskreise des Rotors zur Resonanz gebracht werden mit dem Speisestrom auf dem Stator. Dieser Rotortyp ähnelt sehr dem berühmten asynchronischen Typ der in Dreiphasenmotoren angewendeten Rotoren, dem sogenannten Eichhornrad. Gleichfalls kann die Verbindung der einzelnen Schwingungskreise nicht nur miteinander parallel, sondern auch in Serien und Gruppenschaltung erfolgen, genau so wie bei gewöhnlichen Dreiphasenmotoren, nur daß statt direkter Leiter immer einzelne Schwingungskreise aus Kondensatorflächen und Induktionswiderstand genommen werden.

Nach oben angegebener Vorerklärung über die Ausführung der einzelnen Elemente im „Resonanzmotor“ wird es nun möglich sein, die Wirkungsart dieser Motoren zu beschreiben (Fig. 15). Die hochschwingenden elektromagnetischen Ströme werden durch Leitung 14 und 15 zum Motor zu- und abgeleitet und erregen die auf dem Stator befindlichen einzelnen Schwingungskreise mit drei Elektroden (Ziffer 3), die, wie oben schon erwähnt wurde, in Resonanz gestimmt sein sollen zu den Arbeitsstromschwingungen ( $1/2$  oder  $1/4$  Wellenlänge).

Elektromagnetische Schwingungen in der dritten Elektrode erregen ihrerseits alle Schwingungskreise b b b, in den dann

Wirkungs-  
weise der Re-  
sonanz-  
motoren.

kurzgeschlossene, oszillatorische, ungedämpfte Schwingungen entstehen. Letzteres geschieht in vollkommener Weise nur dann, wenn zwischen dem Erregerstromkreis und Arbeitskondensatorkreis eine volle Resonanz besteht, was durch geeignete Auswahl von Kapazität, Selbstinduktion und Widerstand erreicht wird.

Elektromagnetische Schwingungen in solchen kurzgeschlossenen, ungedämpften, oszillatorischen Kreisen mit drei Elektroden (bbbb... Fig. 15) erregen ihrerseits Schwingungen gleicher Art und Länge in den auf dem Stator befindlichen einfachen Schwingungskreisen (aaaa...).

Da diese Schwingungen sekundär sind, so sind sie zu den primären (in den Schwingungskreisen bbb mit drei Elektroden) um  $\frac{1}{4}$  Wellenlänge verschoben.

Zum besseren Verständnis werden in der weiteren Beschreibung die Schwingungskreise mit drei Elektroden (bbb... Fig. 15) primäre Schwingungskreise (oszillatorische Kreise) und die Schwingungskreise ohne dritte Elektrode (aaaa...) sekundäre Schwingungskreise (oder sekundäre oszillatorische Kreise) genannt. Weiter werden die im ersten Kreis gebildeten Schwingungen als primäre und im zweiten Kreis (aaaa) als sekundäre Schwingungen bezeichnet; ferner werden die Schwingungen in der dritten Elektrode Ladeschwingungen und die Schwingungen im Rotor Rotorschwingungen genannt.

Nomenklatur  
der Schwin-  
gungskreise.

Wenn nun in den beiden Schwingungsgruppen a und b Schwingungen erzeugt sind, so erhält man im ganzen Zusammenhange auf dem Stator ein elektromagnetisches Drehfeld, analog wie man mit gewöhnlichen zweiphasigen Wechselströmen durch Stromverschiebung um  $\frac{1}{4}$  Periode ein elektromagnetisches Drehfeld erhält.

Die einzelnen geschlossenen primären Schwingungskreise bilden hier die analogen elektromagnetischen Wechselfole, und die sekundären Schwingungen bewirken die nötigen elektromagnetischen Verschiebungen dieser Pole. Das elektromagnetische Drehfeld wird hier nicht durch Elektromagnete, sondern durch oszillatorische Schwingungsfelder gebildet. Jeder Schwingungskreis ist als ein durch Wechselstrom gespeister Elektromagnet anzusehen.

Dieses auf dem Stator gebildete elektromagnetische Drehfeld induziert elektromagnetische Schwingungen gleicher Art in den auf den Rotorflächen befestigten und auf gleiche Wellenlänge gestimmten Schwingungskreisen. Wie auf dem Stator ein elektromagnetisches Drehfeld durch Zusammenwirkung der einzelnen elektromagnetischen Schwingungskreise gebildet wird, so wird auch ein gleiches Drehfeld im Rotor erzeugt und dadurch ein Drehmoment erzielt nach fast genau denselben Grundgesetzen, wie bei gewöhnlichen

Wechselstrommotoren. Der Resonanzmotor fängt an zu rotieren und kann Arbeit leisten. Je besser die Resonanz zwischen dem Ladungsstrom und den primären und sekundären Schwingungskreisen auf dem Stator und auf dem Rotor ist, desto idealer ist der Nutzeffekt und das Anfangsdrehmoment.

Der Motor kann durch Abstimmung bzw. Verstimmung dieser Resonanz sowohl ein- und ausgeschaltet als auch leicht reguliert werden, indem man durch Veränderung der Kapazität oder Selbstinduktion eine andere Eigenschwingungsperiode und damit eine andere Wellenlänge und Schwingungszahl erzielt.

In Fig. 15 besteht die Zuführungsleitung II aus einer einfachen Kreisleitung. In der Praxis aber kann sie in einige Windungen gelegt werden, um zwischen zwei Schwingungskreisen eine bestimmte Spannung zu erhalten. Man kann aber auch mit einer Windung auskommen, wenn man für die dritte Elektrode ein elektromagnetisches Gegengewicht in Form von Kapazitäten (durch S oder M dargestellt) anbringt.

Anstatt durch sekundäre Induktion im Stator ein Drehfeld zu erzeugen, kann man dies durch direkte Induktion auch im Schwingungskreise. Zu dem Zwecke zweigt man von der Hauptleitung vor der dritten Elektrode eine zweite Ringleitung ab (Fig. 21) und schließt an diese Abzweigung eine Kapazität oder eine regulierbare Selbstinduktionsspule (16) in Serienschaltung an. Der Strom läuft dann von der Hauptleitung 15 teils ohne Induktionswiderstand in die Ringleitung II und erregt ohne Verzögerung eine Anzahl Schwingungskreise (9, 10, 11, 12, 13, 14a, 15a und 16a), teils über den Selbstinduktionswiderstand 16 durch die Ringleitung I. Durch die Selbstinduktion wird dieser Teil um  $\frac{1}{4}$  Periode verzögert (bei richtiger Einstellung des Widerstandes) oder um  $\frac{1}{4}$  Periode voraus beschleunigt (wenn die Phasenverschiebung durch Kondensatoren hervorgerufen wird). Dadurch wird aber eine andere Reihe von Schwingungskreisen im Stator erhalten (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8), deren Ladung um  $\frac{1}{4}$  Periode verspätet oder beschleunigt erfolgt. Dadurch wird im Stator ein Drehfeld erzeugt, das den Rotor in Rotation bringen und Arbeit leisten kann. Die einzelnen Schwingungskreise sind wie in Fig. 16 und 17 ausgeführt, nur werden die einzelnen Gruppen 1 bis 8 (Fig. 21) durch Ring b und 9 bis 16a durch einen zweiten Ring a kurzgeschlossen, während nach Fig. 15 alle Schwingungskreise durch einen Ring kurzgeschlossen werden. Es ist möglich, auf diesem Prinzip nicht nur asynchrone Motoren zu bauen, sondern auch synchron wirkende. Dann muß aber die Statorleitung aus zwei Hauptverteilungsringen 14 und 15 (Fig. 20) bestehen (ohne sie miteinander metallisch zu kuppeln). Alle Schwingungskreise müssen wie bei Schema 16 drei Elektroden erhalten. Der Rotor



kann wie in Fig. 15 bleiben. In Fig. 20 sind nur fünf Stator-  
Schwingungskreise dargestellt.

In allen bisher beschriebenen Schemata sind die kurzge-  
schlossenen oszillatorischen Schwingungskreise auf dem Stator wie  
auf dem Rotor in die Stator- oder Rotorfläche eingebettet. Es ist  
nun aber auch möglich, manchmal sogar sehr erwünscht, die ein-  
zelnen Elemente der Schwingungskreise ähnlich wie Haefner-Alteneck-  
Wicklungen auszuführen, und zwar sowohl auf dem Stator als auf  
dem Rotor. Es kommt dann z. B. auf dem Rotor derjenige Teil des  
Schwingungskreises, der auf der einen Seite der Rotorfläche die  
Kapazität bildet (auf Fig. 17 mit 1 und 2 bezeichnet), diametral gegen-  
über der auf der andern Seite der Rotorfläche liegenden Verbindungs-  
leitung (Fig. 17 mit 3 bezeichnet), oder bei mehrpoligen Rotoren bei  
gewünschter Abbiegung.

Verschiedene  
Wicklungs-  
arten für die  
Schwingungs-  
kreise in Ro-  
tor und Stator.

Wenn die eine Hälfte der Rotorfläche so gewickelt ist, so wickelt  
man die andere Hälfte ebenso, aber in umgekehrtem Sinne, so daß  
hier zwischen die Verbindungsleitungen die die Kapazitäten bilden-  
den Rohre kommen, deren Verbindungsleitungen wieder auf der  
ersten Hälfte zwischen die zuerst aufgewickelten Kapazitäten kommen,  
ähnlich wie beim Haefner-Alteneck-System die Gleichstromwicklung  
ausgeführt wird, nur mit dem Unterschied, daß hier die einzelnen  
Sektionen aus einzelnen Schwingungskreisen bestehen, dort jedoch  
nur aus kurz geschlossenen Drahtspulen.

In gleicher Weise wie den Rotor kann man auch den Stator wickeln.  
Nur müssen die Verbindungsleitungen am Ende zur Seite gebogen werden.

Solche Typen gestatten eine besondere Ausnutzung des Ver-  
bindungsleiters der einzelnen Schwingungskreise. Weiter ist es nach  
diesem Wicklungssystem möglich, zwei oder vier usw. Kondensatoren  
in Serien zu schalten, indem auf eine Rotor- (oder Stator-)  
fläche gegenüber einem Kondensatorrohr (in Fig. 17 mit 1 und 2 be-  
zeichnet) statt eines Verbindungsleiters dieser Belege ein zweites,  
dem ersten gleiches Kondensatorrohr zu liegen kommt. Beide Kon-  
densatoren werden an den Enden durch Leitungen miteinander in  
Serien geschaltet. Man hat die Möglichkeit, in der Art folgende  
neue Formen von Rotorwicklungen auszuführen:

- a) in Kranzform, so daß alle Leiter mit der Achse verbunden  
sind (Parallelsystem);
- b) alle Kondensatoren werden zu zwei Serien geschaltet und  
solche Serien wiederum in 2, 3 oder 4 und mehr Parallel-  
gruppen mit der Achse verbunden;
- c) alle Schwingungskreise werden miteinander in Serien ge-  
schaltet usw.

Schaltungs-  
schemata für  
die gewonne-  
ne statische at-  
mosphärische  
Elektrizität.

Bisher wurde nur der Bau und die Ausführung von Motoren geschildert, die mit elektromagnetischen Schwingungen hoher Wechselzahl betrieben werden können, sowie die Grundprinzipien der Anwendung solcher Motoren zum Zwecke der Ausnutzung von atmosphärischer Elektrizität. Man muß aber auch verstehen, wie man solche Motoren ins Antennennetz einschaltet, wie man die genügend hohen elektromagnetischen Schwingungen bildet und sie reguliert, und wie man die Anlage gegen Überspannungen sichert und das Betriebspersonal vor Gefahr schützt.

Nach einer Reihe erfolgloser Versuche gelang es, dieser Fragen in folgender Weise Herr zu werden:

Einschaltung  
von Schutz-  
elektro-  
magneten.

Vom Verfasser wurde festgestellt, daß, wenn man in eine Antennenleitung vor Transformierung der statischen Elektrizität in elektromagnetische Schwingungen einen in sich kurzgeschlossenen Magnetring einschaltet und die atmosphärische Elektrizität durch dessen Wicklung hindurchlaufen läßt, dadurch nicht nur die schädliche Rückwirkung der Schwingungen auf das Antennennetz aufgehoben wird, sondern auch die Gefahr eines Kurzschlusses während der oszillatorischen Entladungen über die Funkenstrecke vermieden wird. Wenn die Magnetgröße und der Wicklungswiderstand, sowie der Induktionskoeffizient selbst, im Verhältnis zur Motoranlage richtig berechnet sind, so ist es möglich, von dem Antennennetz nur gewisse Mengen Elektrizität abzunehmen, ohne befürchten zu müssen, daß ein plötzlicher Ausgleich der im Antennennetz aufgespeicherten großen Elektrizitätsmengen zur Erde, z. B. in Form eines Blitzes, die ganze Anlage zerstören würde.

Es ist somit auch die Möglichkeit gegeben, kleine Transformatoranlagen zur Umwandlung von statischer Elektrizität in das Antennennetz mit sehr großer Energiemenge einzuschalten, ebenso wie in einem Wechselstromnetz kleine Transformatoren auch dazu dienen können, Strom mit sehr hoher Spannung und Energiestärke umzuwandeln.

Wie bekannt, beruht diese Möglichkeit auf Selbstinduktionserscheinungen, die durch Gegeninduktion und Gegenspannung einen wattlosen Strom dem Hauptstrom gegenüber hervorrufen. Auch in den in die Antennenleitung eingeschalteten Magnetwicklungen wird bei Stromschwankungen durch Selbstinduktionserscheinungen eine Gegenspannung gebildet, die durch einen wattlosen Gegenstrom ausgeglichen wird. Dadurch wird eine Kurzschlußmöglichkeit aufgehoben.

Etwaige Überspannungen werden, wie schon erörtert wurde und im weiteren aus dem Schaltungsschema zu ersehen ist (Fig. 15), durch Schutzentladungsstrecken auf einfache Weise beseitigt; diese

Entladungen können nicht auf den Motor wirken, weil die Motoren nur auf eine bestimmte Wellenlänge empfindlich sind.

Alles oben Gesagte gilt aber nur, wenn man die statische atmosphärische Elektrizität nicht direkt, sondern nach Transformierung in elektromagnetische Schwingungen anwendet. Die Zahl der in die Antennenleitung eingeschalteten Schutz elektromagnete und ihre Einschaltungsweise kann folgendermaßen variiert werden:

Schutz elektro-  
magnete.

- a) Es wird nur ein Elektromagnet in die Antennenleitung eingeschaltet, dessen Kern aus einzelnen möglichst dünnen, durch eine Lackschicht oder präpariertes Papier voneinander isolierten Eisenblechen zusammengesetzt ist.
- b) Es können bei hohen Spannungen im Antennennetz oder in Gegenden mit großer Gewitterneigung einige derartige Magnete in Serien geschaltet werden.
- c) Bei großen Aggregaten können einige Elektromagnete parallel oder auch gruppenweise geschaltet werden.
- d) Die Wicklung dieser Elektromagnete kann einfach in Serienschaltung an die Antenne angeschlossen werden. Am besten besteht in diesem Falle die Wicklung aus vielen dünnen Paralleldrähten, die zusammen die nötige Stärke haben.
- e) Wie bei der Transformatorenwicklung kann hier eine Primär- und Sekundärwicklung hergestellt werden. Die Primärwicklung wird mit dem Antennennetz in Serie geschaltet und die Sekundärwicklung über einen regulierbaren Widerstand kurzgeschlossen. Durch Regulierung des letzteren ist es möglich, gleichfalls den Antennenstrom zu regulieren. In Fig. 22 und folgende ist der Antennen elektromagnet durch einen einfachen Ring S angedeutet.

Die Fig. 22 veranschaulicht die einfachste Art der Umwandlung der atmosphärischen Elektrizität in elektromagnetische Schwingungen für die in Fig. 20 dargestellte Statoranordnung, sowie gleichzeitig die Motoreinschaltung. Dabei ist die Antennenausführung in ihren Einzelheiten nicht angegeben.

Der Stator wird schematisch durch zwei Halbkreise (1 und 2) und durch den Ring (M) angedeutet. A ist die in der Luft befindliche vertikale Antenne oder das Antennennetz. Der Sicherungselektromagnet (S) wird, wie zu sehen ist, mit der Wicklung (O) in die Antennenleitung (A) eingeschaltet. Hinter dem Elektromagnet (S) teilt sich die Antennenleitung in drei Abzweigungen: erstens nach 8 (Sicherungsfunkenstrecke), zweitens nach 7 (Arbeitsfunkenstrecke) und drittens über die Stator клемme (1) zum Rotor, durch diesen zur Stator клемme (2) und dann zur Erde (E).



Gleichfalls werden auch die beiden Funkenstrecken mit der Erdleitung metallisch verbunden.

Die Wirkungsweise dieser Anordnung ist folgende:

Die gesammelte positive atmosphärische Elektrizität sucht sich mit der negativen Erdelektrizität auszugleichen. Sie fließt längs der Antenne (A) durch den Elektromagnet (S), ohne gehemmt zu werden, da sie ja in ein und derselben Richtung wie der Gleichstrom läuft. Durch zwei in den Weg gestellte Induktionsfunkenstrecken und durch die Statorcondensatorflächen (nach Fig. 20) wird der Stromzufluß aufgehoben. Die Statorcondensatorflächen werden so lange geladen, bis die Ladung den Funkenstreckenwiderstand 7 überwindet; in diesem Augenblick springt hier ein Funke über und eine oscillatorische Entladung wird erzielt, da der durch Motor (M), Statorflächen (1 und 2) und Funkenstrecke (7) geschlossene Schwingungskreis elektromagnetische Schwingungen erzeugt. Der Motor bildet hier die Kapazität und den zur Umwandlung von statischer Elektrizität in elektromagnetische erforderlichen Selbstinduktionswiderstand. Wenn der Motor, wie oben beschrieben, richtig auf die erzeugten Schwingungen abgestimmt ist, so kommt er in Bewegung und kann Arbeit leisten.

Die Schwingungen werden im Motor in mechanische Energie umgewandelt; sie können nicht ins Antennennetz zurückgelangen, da der Elektromagnet sie nicht durchläßt. Wenn aber beim Überspringen eines Funkens (bei 7) eine größere Menge atmosphärischer Elektrizität zur Erde strömen will, so wird im Elektromagnet eine Gegenspannung induziert, die um so größer ist, je schneller und stärker sich der Stromzufluß zur Erde vollzieht. Durch Bildung dieser umgekehrten Spannung wird dem Zufluß atmosphärischer Elektrizität direkt zur Erde ein genügend hoher Widerstand entgegengestellt und so ein Kurzschluß mit der Erde vermieden.

Die Funkenstrecke 8 dient als Sicherung gegen Überspannungen, die, wie praktische Versuche zeigten, in gewissen Fällen doch auftreten können, aber durch diese Funkenstrecke gefahrlos direkt zur Erde geleitet werden. Die Schwingungen, die entstehen, wenn bei 8 ein Funke überspringt, besitzen eine andere Wellenlänge, als die im Motor auftretenden. Sie befinden sich nicht in Resonanz zu den letzteren, bedeuten daher für den Motor keine Gefahr.

Wenn man statt Funkenstrecke 7 einen Kondensator einschaltet (in Fig. 23 mit 5 bezeichnet) und die Funkenstrecke 7 an dem Stator anbringt, so bekommt man starke ungedämpfte Schwingungen, während nach Schema 22 mehr oder weniger gedämpfte Schwingungen erzeugt werden. Sind in Schema 23 die Pole der Funkenstrecke 7 stark mit

Erzeugung  
von Schwin-  
gungen  
verschiedener  
Dämpfung.

Elektrizität aufgeladen, so kann man diesen Stromkreis über Motor M also einen über Kondensator 5 kurzgeschlossenen Schwingungskreis (ohne Funken) betrachten, was eine der Hauptbedingungen für die Bildung von ungedämpften elektromagnetischen Schwingungen mit hoher Wechselzahl darstellt; auch für dieses Schema ist der Stator zweckmäßig nach Fig. 20 konstruiert.

Fig. 24 unterscheidet sich von Fig. 23 dadurch, daß die Funkenstrecke 7 durch die Kondensatoren 5 und 6 vom Motor M abgezweigt ist. Diese Ausführung erlaubt hauptsächlich eine bessere Sicherung des Motors gegen Überspannungen und eine gleichmäßigere Erregung durch die Funkenstrecke 7.

Fig. 25 stellt ein Schema einer Transformierungsanlage für große Stromstärken dar. Der hier erzeugte Strom kann direkt ohne Zwischenschaltung eines Motors z. B. für Licht- oder Heizzwecke verwendet werden. Die eine Elektrode der Funkenstrecke besteht hier aus einer sternförmigen, um ihre Achse drehbaren Scheibe 7; ihr gegenüber liegt die andere ähnlich gebaute, aber feststehende Elektrode 7a. Wird nun die Scheibe 7 durch einen Motor gedreht, und stehen die Sternspitzen einander gegenüber (wie in der Skizze), so erfolgt eine oszillatorische Entladung, da ein Schwingungskreis über Kondensator 5 und 6 und Induktionswiderstand 9 gebildet wird. Selbstverständlich kann an den Enden der Spirale 9 auch ein Motor direkt angeschlossen werden.

Das in Fig. 26 dargestellte Schema erlaubt einen regulierbaren Schwingungskreis über Motor M, Funkenstrecke 7 und verstellbare Induktionsspule 9 zu bilden. Mit Hilfe der letzteren kann man die Resonanz der zur Speisung des Motors verwendeten Ströme im Falle ihrer Verstimmung nachstimmen.

In Fig. 27 ist der Schwingungskreis durch die Erde (E und  $E_1$ ) geschlossen. Die Funkenstrecke 7 kann dabei verlängert oder verkürzt werden, indem man durch Hebel 7b mehr oder weniger Teilfunkenstrecken hintereinander einschaltet.

Schema 28 veranschaulicht eine unipolare Einschaltung des Motors ins Antennennetz. Hier werden zwei Schwingungskreise durch ein und denselben Motor geschlossen. Der erste Schwingungskreis geht von Antenne A über Elektromagnet S, Stelle x, Induktionswiderstand 9a, zum inneren Kondensatorbelag 6, weiter über Funkenstrecke 7 zum inneren Kondensatorbelag 5 und zu x zurück, der zweite Schwingungskreis von der inneren Kondensatorbelägung 5, bei Stelle  $x_1$  ausgehend, über Induktionswiderstand 9 zur äußeren Kondensatorbelägung 6 bei Punkt  $x_2$  und durch den Kondensator 6 über Funkenstrecke 7 zu  $x_1$  zurück.

Unipolare Einschaltung von Resonanzmotoren.

Der Motor selbst wird zwischen Funkenstrecke 7 eingeschaltet. Nach diesem Schema werden Ströme sehr guter schwachgedämpfter Schwingungsart erzeugt. Nach Schema 29 werden auch schwachgedämpfte Schwingungen erhalten. Erzielt wird dieses durch parallele Schaltung der Funkenstrecke 7 einerseits mit dem Motor M und andererseits mit einer Induktionsspule 9 über zwei Kondensatoren 5 und 6.

In Fig. 30 haben wir zwei einzelne Schwingungskreise. Der erste fängt bei Punkt x an, geht über Kondensator 5 nach  $x_1$  und über die Funkenstrecke und Spirale 9 zu x zurück. Der zweite Schwingungskreis läuft von  $x_2$  aus über Motor M zu  $x_3$  und über Spirale 9 zu  $x_2$  zurück. Dieser Schwingungskreis ist ein ungedämpfter, da keine Funkenstrecke in ihm eingeschlossen ist. Die Sicherung wird erreicht durch die mit der Erde verbundene Funkenstrecke 8.

Dieses System gestattet, ebenso wie Schema 26, etwaige Resonanzverstimmungen des Motors nachzustimmen und gleichzeitig den Motor direkt in einen Schwingungskreis ohne Funkenstrecke einzuschalten, wodurch ein besserer Nutzeffekt erzielt wird. Bei diesem Schema müssen beide Schwingungskreise auf gleiche Wellenlänge gestimmt sein.

Die in Fig. 31 bis 35 dargestellten fünf Schemata veranschaulichen schwach gekuppelte Einschaltungssysteme analog Schema 30 und sind für kleine Motoren zu Meßzwecken gedacht. Überall bedeutet: A Antennenleiter, S Elektromagnet im Antennenleiter, 9 und 9a Induktionswiderstände, 7 und 8 Funkenstrecken, 5 und 6 Kondensatoren, E die Erde, M Motor und 1 und 2 Statorbelagungen des Motors. Bei allen diesen Schemata ist der Motor direkt metallisch verbunden in den Schwingungskreis eingeschaltet, während in den Schemata 36 bis 38 eine rein induktive Kuppelung für den Motorstromkreis angewendet wird. Der Motor wird jeweils in die sekundäre Leitung 10 eingeschaltet.

Die bisher beschriebenen Schemata gestatten vorteilhaft, Motoren geringer und mittlerer Stärken zu betreiben. Für größere Aggregate sind dieselben aber zu umständlich, da der Bau von zwei oder mehr Schwingungskreisen für größere Energiestärken schwierig ist; noch schwerer ist die Regulierung, und die Gefahr beim Ein- und Ausschalten usw. ist größer.

Durch Schema 39 ist auch hierfür ein Ausweg gefunden. Der Schwingungskreis läuft hier, von Punkt x ausgehend, über Kondensator 5, regulierbare Induktionsspule 9, Funkenstrecke 7 und über die zwei Lamellen (3a und 4a) des einer Wheathstonschen Brücke ähnlichen Kommutators nach x zurück. Wird der Motor durch die Bürsten 3 und 4 quer zu den beiden Kommutatorlamellen, wie aus der Zeichnung ersichtlich, eingeschaltet, so werden in den Statorflächen 1 und 2 elektromagnetische Schwingungen gleicher Zeichen

Schaltung für  
größere  
Strom-  
mengen.



induziert, und der Motor dreht sich nicht. Bewegt man aber die Bürsten 3 und 4 gemeinsam mit den Leitungsdrähten 1 und 2, die die Bürsten mit den Statorpolen verbinden, so wird eine gewisse Veränderung oder Verschiebung der Polarität erzielt, und der Motor fängt an sich zu drehen.

Die maximale Wirkung wird sich ergeben, wenn die eine Bürste (3) auf Stelle z und die andere (4) auf Stelle x kommt. Schema 40 unterscheidet sich vom vorigen nur dadurch, daß der Motor nicht direkt metallisch in die Lamellen des Kommutators eingeschaltet ist, sondern nur eine primäre Spule (9), die in einer sekundären (10) Strom induziert, der den Motor M speist. Durch diese Anordnung erhält man eine gute Transformationswirkung, eine lose Kuppelung und auch einen funkenstreckenlosen Schwingungskreis.

In Fig. 41 ist der Motor nicht wie bei 40 rein induktiv, sondern nach Autotransformatorprinzip direkt metallisch von der primären Spule 9 abgezweigt (bei x und  $x_1$ ).

Bei Schema 42 ist statt eines Induktionswiderstandes ein Kondensator 6 in gleicher Weise und zu gleichem Zweck zwischen die Lamellen (3a und 4a) eingeschaltet. Dies hat den Vorteil, daß die Lamellen 3a und 4a nicht aus massivem Metall hergestellt werden müssen, sondern aus spiralförmigen Wicklungen bestehen können, wodurch eine genauere Regulierung möglich ist; außerdem können Motoren mit hohen Induktionswiderständen verwendet werden.

Die Schemata 43, 44 und 45 können für Resonanz- und besonders für Induktionskondensatormotoren (Beschreibung folgt später) angewendet werden; zwischen den großen Statorinduktionskondensatorflächen sind kleine Wendepolkondensatoren eingeschaltet, die, wie aus Fig. 43, 44 und 45 zu ersehen ist, zusammen zur Erde geleitet werden. Solche Wendepole haben den Vorteil, daß bei großen Aggregaten die Funkenbildung zwischen den einzelnen Schwingungskreisen aufhört. Dadurch wird die Gefahr für das Personal stark vermindert.

Fig. 45 zeigt noch eine andere Methode, die verhütet, daß die im Schwingungskreis gebildeten elektromagnetischen Schwingungen hoher Wechselzahl auf die Antennenleitung zurückwirken. Sie beruht auf dem bekannten Prinzip, daß eine Quecksilberlampe, deren eine Elektrode aus Quecksilber, die andere aus Stahl besteht, die elektrischen Ladungen nur in einer Richtung, von Quecksilber zum Stahl, und nicht umgekehrt durchgehen läßt. Man verbindet daher die Quecksilberelektrode des Vakuumrohres N mit der Antennenleitung und die Stahlelektrode mit dem Schwingungskreis.

Hieraus ergibt sich, daß nur von der Antenne Ladungen über das Vakuumrohr zum Schwingungskreis gehen können, aber nicht

Sicherung  
durch Gleich-  
richter-Queck-  
silberlampe.

umgekehrt Schwingungen, die beim Transformieren im Schwingungskreis entstehen, in die Antennenleitung.

In der Praxis müssen diese Vakuumrohre hinter einem Elektromagnet eingeschaltet werden, da dieselben allein keinen Schutz gegen Blitzgefahr bieten.

Was die Verwendung von Funkenstrecken betrifft, kann man alle Erfahrungen auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie hierfür verwerten. Selbstverständlich müssen die Funkenstrecken bei großen Maschinen genügend große Oberfläche haben. Bei sehr großen Stationen werden sie in flüssiger Kohlensäure oder noch besser in flüssigem Stickstoff oder Wasserstoff gekühlt; in den meisten Fällen kann auch eine Kühlung durch verflüssigte, niedere Homologen der Methanreihe oder durch Kohlenwasserstoffe, deren Gefrierpunkt bei minus 90—40° C liegt, erfolgen. Selbstverständlich müssen die Funkenstreckengehäuse isoliert und genügend stark sein, um etwaiger Druckbildung Widerstand leisten zu können. Etwa sich bildender, nicht gewünschter Überdruck muß automatisch abzulassen sein. Mit sehr guten Resultaten habe ich Quecksilberelektroden verwandt, die in flüssiger Kohlensäure eingefroren waren; die Kühlung wurde während der Arbeit von außen durch die Wandung aufrechterhalten.

Verschiedene Ausführungsformen und Schaltungsweisen für Antennensysteme.

In Fig. 46 ist eine der einfachsten Ausführungen eines Antennennetzes in Verbindung mit Sammlern, Transformator usw. schematisch aufgezeichnet. E ist hier die Erdleitung, 8 die Sicherungsfunkstrecke, 7 die Arbeitsfunkstrecke, 1 und 2 die Statorflächen des Motors, 5 eine Kondensatorenbatterie, S der Schutzmagnet, der mit der Wicklung in die Antennenleitung eingeschaltet ist, A 1 bis A 10 Luftantennen mit Sammlerballons, n, n horizontale Sammel- oder Verbindungsleitung, von der zum Zentrum eine Anzahl Federn laufen. Die eigentlichen Sammler bestehen aus metallischen Hüllen, am besten aus einer Aluminium-Magnesium-Legierung gefertigt, werden mit Wasserstoff oder Helium gefüllt und sind an verkupferten Stahldrähten befestigt. Die Ballongröße wählt man so, daß das Eigengewicht des Ballons und das Gewicht des Leitungsdrahtes getragen wird. Oben auf dem Ballon sind auf besondere, später beschriebene Art hergestellte und vergoldete Aluminiumnadeln angebracht, um Konduktorwirkung herzustellen. Ein Zusatz minimaler Mengen von Radiumpräparaten, insbesondere Poloniumpräparaten, erhöht die Ionisation und damit die Wirkung dieser Sammler erheblich.

Antennentürme und ihre Bauart.

Es können aber in der Praxis sehr hohe Türme (bis zu 300 m ist völlig zulässig) als Antennen verwendet werden. In diesen werden Kupferrohre noch frei über die Turmspitze erhoben. Nun wird an

der Spitze des Kupferrohres eine windsichere Gaslampe angezündet, über deren Flamme ein an das Kupferrohr angelötetes Netz als Kollektor angebracht wird. Das Gas wird durch das Innere des Rohres bis zur Spitze geleitet. Das Kupferrohr muß unbedingt bei der Eingangsstelle in den Turm vor Feuchtigkeit geschützt werden, ebenso muß verhindert werden, daß Regen an den Wänden des Turmes herabläuft, was zu einer schweren Katastrophe führen könnte. Dieses wird dadurch erreicht, daß um den Turm glockenartige, sich nach unten verbreiternde Erweiterungen angebracht werden in Form von Hochspannungsisolatoren oder siamesischen Pagoden.

Besondere Aufmerksamkeit muß der Fundamentunterlage solcher Türme gewidmet werden. Sie müssen gut vom Boden isoliert sein, was dadurch erzielt werden kann, daß man zunächst eine Betonschicht in Kastenform genügend tief in den Boden einläßt, in diese einen Asphaltbelag und dann in etwa 1 bis 2 m Dicke gegossene Glassteine hineinlegt. Darauf kommt wieder eine Eisenbetonschicht, in der erst der Metallfuß des Turmes befestigt wird. Dieser Betonblock muß mindestens 2 m aus dem Erdboden hervorragen und von den Seiten durch Holzverschläge völlig vor Feuchtigkeit geschützt werden. In den unteren Teil des Turmes kann ein Holz- oder Glasgehäuse für größere Kondensatorenbatterien oder für die Motoren eingebaut werden. Um die Erdleitung bis zum Grundwasser zu führen, muß ein gut isolierter, aus Glassteinen gebauter Brunnen vorgesehen sein. Mehrere solcher Türme werden in gleicher Entfernung voneinander aufgebaut und mit einer horizontalen Leitung verbunden. Die horizontalen Verbindungsdrähte können entweder direkt von Turm zu Turm gehen oder auf Isolatoren in Glockenform, ähnlich den für Hochspannungsleitungen gebrauchten, geführt werden.

Die Netzbreite kann beliebig groß sein, und die Anschließung des Motors kann an beliebigen Stellen geschehen.

Um mit wenigen Antennen größere Elektrizitätsmengen aufzufangen, ist es gut, die Antennenleitung mit Kondensatorenbatterien auszurüsten, wie in Fig. 47 und 48 in zwei Schaltungsweisen angedeutet ist. In Fig. 47 sind die Kondensatorenbatterien 5 5 5 . . . einerseits mit den Lufterlektrizitätssammlern ZZ . . . durch die Antennenleitungen A A verbunden, andererseits unter sich in Serie zu einer Ringleitung geschaltet; von dieser gehen horizontale Leitungen zu dem Verbindungspunkte C, an den die Erdleitung angeschlossen ist.

Die Fig. 48 stellt ein ähnliches Schema dar. Sollten sich zwei derartige Antennenringssysteme in Gebieten verschiedenen Potentials per Voltmeter (z. B. das eine im Gebirge, das andere in der Ebene) oder sogar verschiedener Polarität befinden, so können diese Unterschiede durch Einschaltung von genügend großen Kondensatoren-



batterien (5, 5a, 5b) mittels der Magistralleitungen D und D<sub>1</sub> ausgeglichen werden. Auf Fig. 49 ist eine Schaltung solcher drei Sammlerringe zu einem Dreieck mit zentraler Kondensatorbatterie gezeichnet.

Die Kondensatorbatterien von solchen großen Anlagen müssen in verflüssigten Gasen oder in bei sehr tiefer Temperatur erstarrenden Flüssigkeiten eingebettet werden. In solchem Falle muß ein Teil der atmosphärischen Energie zur Verflüssigung dieser Gase dienen. Vorteilhaft ist es außerdem, Druck anzuwenden. Man kann so die Kondensatorflächen verkleinern und trotzdem größere Energiemengen, gegen Durchschlagen vollkommen gesichert, aufspeichern. Für kleinere Anlagen genügt auch das Einbetten der Kondensatoren in gut isolierendes Öl u. dgl. Feste Stoffe dagegen können nicht als Isolatoren verwandt werden.

Betreffs der Magistrale, die die einzelnen Ringsammlersysteme verbinden, ist zu bemerken, daß auch diese auf geeigneten Hochspannungsmasten mit Glockenisolatoren oder in geeigneten Isolationskanälen in die Erde geführt werden können. Die Vorteile der letzteren Führung sind erstens die völlige Gefahrlosigkeit (bei Zerreißen oder Herabfallen des Luftleitungsdrahtes könnte Kurzschluß erfolgen) und zweitens Erhöhung der Kapazität durch die Verbindung der Kabelschutzhülle mit der Erde. Das Kabel selbst ist vorteilhaft aus vielen, möglichst feinen, von einander isolierten Drähten herzustellen.

#### Kondensator- Motoren.

Bis hierher wurden die allgemeinen Schemata der Antennensammler, sowie die speziellen Resonanzmotorarten für mehr oder weniger gedämpfte Schwingungen hoher Wechselzahl beschrieben.

Es kann aber auch eine andere Motorart für dieselben Zwecke verwendet werden, wie durch weitere Versuche festgestellt wurde. Besonders ist es gelungen, eine Motorart zu konstruieren, die nicht nur mit Strömen hoher Schwingungszahl, sondern auch direkt mit statischer Elektrizität hoher Spannung betrieben werden kann. Wegen ihrer großen Wichtigkeit sei hier eine genauere Beschreibung gegeben.

Zur Erklärung des Grundprinzips dieser neuen Elektromotoren ist in Fig. 50 ihre einfachste Ausführung dargestellt. Aber auch hier sind für die Praxis kompliziertere, je nach Verwendungszweck verschiedene Anordnungen erforderlich.

Im Gegensatz zu den früher beschriebenen Resonanzmotoren, die aus einzelnen Schwingungskreisen bestehen, beruhen diese allein auf dem Kondensatorprinzip. Ich nenne diesen neuen Motortypus daher „Kondensatormotor“.

Ebenso wie die früher beschriebenen Resonanzmotoren, enthalten diese neuen Motorarten auch keine Magnetpole und beruhen nicht

wie alle bisherigen (auch die Tesla-Motoren) auf dem Prinzip der magnetischen Induktion, sondern auf der Kombination der rein statischen Erscheinungen mit der elektromagnetischen Induktion im statischen Felde. Ihre Wirkung ist eine erheblich bessere.

Durch Versuche wurde festgestellt, daß man die gemäß Fig. 50 konstruierte Maschine direkt mit statischer Elektrizität speisen kann, nicht nur, wenn die Stromzufuhrleitungen 14 und 15 direkt an den beiden Polen der Funkenstrecke 7 bis 8 mit einer Quelle statischer Elektrizität verbunden werden, sondern auch, wenn man die statische Elektrizität durch einen geschlossenen Schwingungskreis in elektromagnetische Energie hoher Wechselzahl umwandelt und dann durch einen geschlossenen Sekundärkreis dem Motor zuführt.

Diese letztere Schaltungsweise ist bereits bei Beschreibung der Resonanzmotoren an Hand von Fig. 15 eingehend erörtert worden. Bisher war nur das Motorsystem Tesla bekannt, das mit solchen induzierten hochgespannten Strömen gespeist werden konnte. Es ist nochmals in Fig. 50 durch 16 und 17 dargestellt, hat aber bereits früher (Seite 22 ff.) Erwähnung gefunden.

Der neue Motortyp funktioniert folgendermaßen:

Im gegebenen Moment strömt die positive Elektrizität durch Leitung 14 zu gleicher Zeit zur Statorfläche 1 und zur Bürste 3 x. Die Bürste 3 x ist über den Kollektorring 16 mit Rotorkondensatorfläche 3 verbunden. Sowohl die Statorfläche 1 wie die Rotorflächen 3 und 3a werden auf diese Weise mit positiver Elektrizität geladen. Durch diese positive Elektrizitätsladung an den Rotorkondensatorflächen 3 und 3a wird eine negative Ladung auf den andern Kondensatorbelägen 3 und 4a induziert; da diese wieder über Kollektorring 19 mit Bürste 4x verbunden ist, wird die negative Ladung dort und auf die Statorfläche 2 übergeben, wodurch die Wirkung der negativen Ladung zwischen Stator- und Rotorflächen des Motors erhöht wird. Da gleiche Ladungen einander abstoßen, so kommt der Rotor in rotierende Bewegung, und ohne die Zusatzstatorflächen (12 und 11) würde der Motor wie gewöhnliche Synchron-Motoren mit gewöhnlichem Wechselstrom in beliebiger Richtung anzulassen sein. Durch einen Umschalter (auf der Zeichnung nicht angegeben) kann eine von diesen Zusatzstatorflächen beim Anlassen ausgeschaltet werden, wodurch die Motordrehung in gewünschter Richtung erzielt wird.

Kehrt sich während der zweiten Hälfte der Schwingungsperiode die Stromrichtung um, so erfolgen sämtliche oben angegebenen Erscheinungen in umgekehrter Reihenfolge, was aber keine Veränderung in der Drehrichtung hervorruft, weil die toten Punkte zwischen zwei Schwingungsrichtungen teils durch aufgespeicherte, zentrifugale

Wirkungs-  
weise der Kon-  
densator-  
motoren.

Rotorenergie, teils durch Selbstinduktion überwunden werden. Nach einer halben Umdrehung des Rotors kommt die Bürste 3x mit der andern Kollektorfläche 19 in Berührung, so daß diese Fläche jetzt durch Bürste 3x mit der Statorfläche 1 und die Kollektorfläche 18 über die Bürste 4x mit der Statorfläche 2 (also umgekehrt) verbunden wird usw.

Wenn der Leiter 14 nun anstatt mit einer Wechselstromleitung mit einer Energiequelle statischer Elektrizität direkt verbunden wird und gleichzeitig Leitung 15 mit der Erdleitung 13 (Sekundärwicklung ausgeschlossen), so erhält man gleichfalls — genügend hohe Spannung der statischen Elektrizität vorausgesetzt — eine Drehung des Motors.

Obwohl ein solcher Motor leicht in Bewegung zu setzen ist, ist er doch nur anzuwenden für kleine Versuchs- und Messungszwecke. Die Stator- und Rotorflächen erhitzen sich nämlich stark durch Foucaultströme, weil sie aus massivem Metall hergestellt sind. Wegen seiner Einfachheit muß er aber, trotz seiner die Praxis ausschließenden Unzulänglichkeit, als grundlegender Typus angesehen werden.

Der in Fig. 51 dargestellte Kondensatormotor unterscheidet sich vom vorigen nur dadurch, daß die Rotorflächen aus sechs hintereinander in Serien geschalteten Kondensatoren (drei äußeren 8, 9 und 10 und drei inneren 5, 6 und 7) bestehen; die äußeren sind mit drei Kollektorflächen 8a, 9a und 10a verbunden. Diese kommen der Reihe nach, zu gleicher Zeit aber immer nur zwei, mit den beiden Bürsten (3 und 4) in Berührung, wodurch erzielt wird, daß sich kein Kurzschluß während des Überganges der Bürste von einer Kollektorfläche zur andern bilden kann, was bei Fig. 50 möglich ist. Die Leitungen 14 und 15 können entweder an die Enden der Sekundärwicklung 10 (Fig. 50) oder direkt an die Leitung der Energiequelle angeschlossen werden. Die Statorflächen 1 und 2 (d.h. der nicht zu bewegende Teil des Motors) sind durch die dicken Kreisbogen angedeutet, die Zusatzpole 11 und 12 durch dicke punktierte Linien.

Bisher wurde nur von Stator- und Rotorflächen aus kompaktem Metall gesprochen. Diese erwärmten sich durch Foucaultströme jedoch stark und gaben kaum 10 bis 15% Nutzeffekt. Die Untersuchung ergab aber, daß der Nutzeffekt erheblich erhöht wird, wenn in das Metall der Stator- und Kondensatorflächen gewisse Formen eingeschnitten werden. Einschnitte in Spiralförmigkeit ermöglichen nicht nur einen höheren Nutzeffekt, sondern auch ein leichtes Anlassen und sogar eine bessere Regulierung. Es wird dadurch ferner eine gemeinsame Kondensator- und Induktionswirkung erzielt, und es resultiert ein sehr brauchbarer Motor für elektromagnetische Schwingungen mit hoher Wechselzahl, besonders solche ungedämpfter Natur.

Verschiedene  
Arten der  
Stator- und  
Rotorflächen  
für Kondensator-  
motoren.



Stattet man z. B. einen Motor mit einem vierpoligen, aber sonst genau nach Fig. 50 konstruierten Stator und mit einem gemäß der schematischen Darstellung in Fig. 54 gebauten Rotor aus und gibt zur Vermeidung der Foucaultströme den Stator- sowie Rotorflächen die in Fig. 52 oder besser die in Fig. 53 dargestellte Form, so erhält man einen in jeder Hinsicht gut arbeitenden Kondensatormotor für hochschwingende elektromagnetische Entladungen. Dabei wurde bemerkt, daß sich solche Motoren sehr empfindlich gegenüber Resonanzerscheinungen zeigen. Sie arbeiten dann am besten, wenn Stator- und Rotorflächen gleiche Kapazität und Selbstinduktion besitzen, so daß die Wicklungen sowohl im Stator als auch im Rotor sich in Resonanz befinden.

Solche Motoren sind schon völlig technisch verwendbar, doch auch sie besitzen eine Reihe von Fehlern. So ist z. B. die Befestigung der in Fig. 52 dargestellten spiralförmigen Kondensatorflächen des Stators und Rotors praktisch schwer ausführbar. Deshalb gibt man diesen besser die aus Fig. 53 zu ersehende Form von aus Drähten oder Bändern gewickelter Spiralen.

Solche Stator- und Rotorflächen können ohne weiteres als elektromagnetische Pole angesehen werden, obwohl sie nicht aus magnetischem Metall gemacht sind wie die Elektromagneten, und die Maschinen können direkt als Motoren für elektromagnetische Schwingungen hoher Wechselzahl angesprochen werden. Den Drahtwindungen kann man jedoch in je zwei gegenüberliegenden Rotor- und Statorflächen solche Richtung geben, daß die Induktionslinien im gebildeten elektromagnetischen Felde im gleichen Sinne wirken.

Wird die Wicklung, wie in Fig. 54, aus gut isolierten Drähten ausgeführt, so kann man die Drähte im Isoliermaterial der Stator- und Rotorgrundflächen einbetten, wie es jetzt schon bei gewöhnlichen Ein- und Mehrphasenmotoren gemacht wird. Gleichfalls ist die Möglichkeit gegeben, durch Erhöhung der Windungszahl eine mehr oder weniger große Veränderung des Selbstinduktionskoeffizienten herbeizuführen, was wiederum erlaubt, Motoren für die verschiedensten Spannungen und Induktionskoeffizienten zu konstruieren.

Fig. 55 gibt ein schematisches Bild einer solchen flachen Wicklung für eine vierpolige Statorfläche (nur zwei Polflächen dargestellt). Wie aus der Zeichnung zu ersehen ist, müssen die Drähte der ersten Polfläche von rechts nach links (1), die der zweiten Polfläche von links nach rechts gewickelt werden, die der dritten wieder wie die der ersten und so fort, so daß letzten Endes vier oder mehr elektromagnetische Polflächen gebildet werden, die der Reihenfolge nach ihre Polarität ändern. In ähnlicher Weise werden auch die Rotorflächen gewickelt.

In Fig. 56 ist ein Motortypus veranschaulicht, bei dem geschlossene Induktionskondensatorkreise auf dem Stator und auch auf dem Rotor aufmontiert sind, und die Regulierung entweder durch Verschiebung der Bürsten oder besser durch Einführung eines Ohmschen Widerstandes zwischen Bürste und Statorleitung erzielt wird. 1 bis 8 sind acht in Serien geschaltete Induktionskondensatoren auf dem Stator und 9 bis 16 sind acht ebensolche auf dem Rotor, gewickelt nach Schema Fig. 53 oder 55. Für die Praxis bettet man eine erheblich größere Zahl in die Stator- und Rotorflächen ein und schaltet sie in Serien (wie in Fig. 55).

Der Rotor besitzt auf der Achse einen Kollektor mit acht Lamellen 1 bis 8, die gut von einander isoliert sind. Diese Kollektorlamellen werden durch Verbindungsdrähte mit den Kondensatoren 9 bis 16 leitend verbunden. Auf Lamellen 1 und 5 sind wie bei Gleichstrommaschinen zwei Bürsten angebracht, die direkt oder über zwischengeschaltete regulierbare Ohmsche oder Induktionswiderstände mit Leitung 14 und 15 verbunden sind. Der Stator wird bei 3 und 7 mit der Schwingungsquelle der elektromagnetischen Ladungen verbunden. Dadurch verteilt sich im gegebenen Moment bei 14 eintretende positive Elektrizität in die beiden Hälften des Statorringes mit paralleler Richtung, und bei 15 läuft Minuselektrizität in gleicher Weise wieder aus. Dasselbe geschieht in ähnlicher Weise über die Bürsten beim Rotor.

Die maximale Spannung der Kondensatorbeläge wird im Stator an den Anschlußstellen der Leitung (14 und 15) auftreten, im Rotor dagegen unter einem Winkel von 90 Grad gegenüber den Lamellen 1 und 5. Bei der in der Zeichnung angegebenen Stellung der Bürsten wird eine Abstoßung des Rotors gegenüber dem Stator erzielt und dadurch ein beständiges Drehmoment, da die Bürsten ihren Platz beibehalten.

Wenn die Bürsten durch einen besonderen Mechanismus weiter auf dem Kollektor verschoben werden, daß sie auf die Lamellen 2 und 6 zu liegen kommen, so wird die Drehwirkung nicht mehr durch Abstoßung gleichnamiger Elektrizitätsladungen, sondern umgekehrt durch Anziehung ungleichnamiger erfolgen. Dabei werden aber beständig zwischen Stator und Rotor zwei geschlossene Schwingungskreise bestehen, da die Schwingungen die Fähigkeit besitzen, einen gewissen Weg und eine gewisse Zahl in Serien geschalteter Kondensatoren zu durchlaufen, um sich dann weiter in einem geschlossenen Schwingungskreis über den Rotorkondensatorkreis fortzupflanzen. Dasselbe geschieht mit der zweiten Hälfte. Dies geht besonders glatt, wenn zwischen Leitung 14 und 15 eine genügend starke Kondensatorbatterie oder ein Induktionswiderstand eingeschaltet wird (in Fig. 56 nicht angegeben).

Die Schaltung für die oben beschriebenen Schemata wurde bisher stets so ausgeführt, daß die Kondensatorenbatterien mit beiden Polen direkt in die Antennenleitungen angeschlossen wurden. Es hat sich aber bei Anwendung von atmosphärischer Elektrizität ein neues Einschaltungsschema für die Kondensatorenbatterien als sehr vorteilhaft erwiesen; dies besteht darin, daß man sie nur mit einem Pol an das Sammlungsnetz anschließt. Eine solche Schaltungsart ist deshalb sehr wichtig, da durch sie Beständigkeit sowie eine Erhöhung der Gesamtarbeitsspannung erzielt wird. Wenn z. B. eine Sammelballonantenne, die man auf 300 Meter Höhe aufsteigen läßt, frei von Erdspannung 40000 Volt zeigt, so hat die Praxis erwiesen, daß die Arbeitsspannung (bei Kraftentnahme nach dem in diesem Buche beschriebenen Verfahren durch oszillierende Funkenstrecken usw.) nur etwa 400 Volt ist. Vergrößert man aber die Kapazität der Kondensatorflächen, die im oben angegebenen Falle gleich der der Sammelfläche der Ballonantennen war, durch Einschaltung der Kondensatorenbatterien mit nur einem Pol auf das doppelte, so steigt bei gleicher Stromentnahme die Spannung bis auf 500 Volt und darüber, was nur auf die günstige Wirkung der Einschaltungsart zurückzuführen ist.

Außer dieser wesentlichen Verbesserung hat sich noch als zweckmäßig erwiesen, doppelte Induktionswiderstände mit Elektromagneten einzuschalten, und daß die Kapazitätseinschaltung am vorteilhaftesten zwischen zwei solchen Elektromagneten stattfindet. Ferner hat sich gezeigt, daß die Nutzwirkung solcher Kondensatoren noch mehr erhöht werden kann, wenn hinter den nicht verbundenen Pol des Kondensators eine Induktionsspule als Induktionswiderstand eingeschaltet wird, oder noch besser, wenn der Kondensator selbst als Induktionskondensator konstruiert wird. Ein solcher Kondensator ist mit einer Feder zu vergleichen, die zusammengepreßt aufgespeicherte Kraft in sich trägt, die sie beim Loslassen wieder freigibt. Bei der Ladung wird auf dem andern freiliegenden Kondensatorpol eine Ladung mit umgekehrtem Vorzeichen gebildet; wenn nun durch die Funkenstrecke ein Kurzschluß entsteht, so wird die aufgespeicherte Energie wieder zurückgegeben, indem auf den mit dem Leitungsnetz verbundenen Kondensatorpol jetzt neue Mengen Energie induziert werden, und zwar Ladungen mit entgegengesetztem Vorzeichen, wie die auf dem freiliegenden Kondensatorpol.

Die neu induzierten Ladungen haben natürlich das gleiche Vorzeichen, das im Sammelnetz vorhanden war. Dadurch aber wird die gesamte Spannungsenergie in der Antenne erhöht. Auch scheint dies einen besonders guten Einfluß auf die Sammler selbst auszuüben.



In den Fig. 57 und 58 sind zwei verschiedene Schaltungsschemata genauer skizziert. Fig. 57 zeigt einen Sammelballon und das unipolare Schaltungsschema; Fig. 58 zeigt vier Sammelballons und die unipolare Parallelschaltung der dazugehörigen Kondensatorenbatterien.

A ist der Sammlerballon aus einer Aluminium-Magnesium-Legierung vom spez. Gewicht 1,8 und einer Blechstärke von 0,1 bis 0,5 mm. Inwendig befinden sich acht oder mehr vertikale starke Rippen von T-artigem Querschnitt, etwa 10 bis 20 mm hoch und etwa 3 mm dick, mit dem vorstehenden Teil (Rippenkante) nach innen gerichtet (durch a, b, c, d usw. bezeichnet); zu einem festen Gerippe zusammengeietet, werden sie noch durch zwei oder drei Querrippen in horizontaler Richtung versteift und durch dünne Drahtseile im Balloninnern untereinander verbunden. Das verleiht dem Ganzen einerseits eine starre Festigkeit, anderseits eine gewisse Elastizität. Auf solche Gerippe werden dann 0,1 bis 0,5 mm starke, aus Magnalium-Legierung hergestellte gewalzte Bleche entweder gelötet oder genietet, so daß eine völlig metallische Hülle mit nach außen glatter Fläche erhalten wird. Von einer jeden Rippe gehen gut versilberte oder verkupferte oder mit Aluminium überzogene Stahldrähte zum Befestigungsring 2. Im weiteren führt der verkupferte Stahldraht L (in Fig. 57 punktiert), der lang genug sein muß, um den Ballon in die gewünschte Höhe steigen lassen zu können, zu einer metallischen Rolle 3 und von da zu einer von der Erde gut isolierten Winde W. Mittels dieser kann der Ballon, der mit Wasserstoff oder Helium gefüllt ist, auf beliebige Höhe (300 bis 5000 m) aufgelassen und zum Nachfüllen und Reparieren zur Erde herabgezogen werden.

Der eigentliche Strom wird direkt durch einen Schleifkontakt von der metallischen Rolle 3 oder vom Draht oder auch von der Winde oder gleichzeitig von allen dreien durch Bürsten (3, 3a und/oder 3b) abgeleitet. Hinter der Bürste teilt sich die Leitung; sie geht erstens über 12 zur Sicherungsfunkenstrecke 8 und von da zur Erdleitung  $E_1$ , und zweitens über Elektromagnet  $S_1$ , Punkt 13, zu einem zweiten losen Elektromagneten mit regulierbarer Wicklung  $S_2$ , dann zur Funkenstrecke 7 und zur zweiten Erdleitung  $E_2$ . Der eigentliche Arbeitsstromkreis wird gebildet durch die Funkenstrecke 7, Kondensatoren 5 und 6 und durch die primäre Spule 9; hier wird die durch oszillatorische Entladungen gebildete statische Elektrizität gesammelt und in elektromagnetische Schwingungen von hoher Wechselzahl verwandelt.

Zwischen den Elektromagneten  $S_1$  und  $S_2$ , beim Kreuzungspunkt 13, sind vier Kondensatorenbatterien eingeschaltet, die in der Zeichnung nur schematisch durch je einen Kondensator dargestellt sind. Zwei

dieser Batterien, nämlich 16 und 18, sind als Plattenkondensatoren ausgeführt und sind durch die regulierbaren Induktionsspiralen 17 und 19 verlängert; die beiden andern, nämlich 21 und 23, sind Induktionskondensatoren. Wie aus der Zeichnung zu ersehen ist, sind die vier Kondensatorbatterien 16, 18, 21 und 23 nur mit je einem Pol an die Antenne oder an die Sammlerleitung angeschlossen. Die zweiten Pole 17, 19, 22 und 24 stehen offen. Bei Plattenkondensatoren ohne Induktionswiderstand wird eine Induktionsspirale angeschlossen. Der Zweck einer solchen Spirale ist die Phasenverschiebung des Induktionsstromes um  $\frac{1}{4}$  Periode. Sowohl der Ladestrom während der Ladezeit, wie die Rückwirkung der aufgespeicherten Energie im unipolar eingeschalteten Kondensatorpol auf das Antennennetz während des Kurzschlusses über die Arbeitsstrecke wird dadurch um  $\frac{1}{4}$  Periode verspätet. Dies hat seinerseits zur Folge, daß bei Entladungen in der Sammlerantenne die Induktionsrückwirkung der freien Pole eine höhere Spannung in der Antennensammlerleitung aufrechtzuerhalten erlaubt, als dies sonst der Fall wäre. Auch hat sich gezeigt, daß solche Rückwirkung die Erscheinungen des Spitzenwiderstandes der Kollektornadel äußerst günstig beeinflußt, indem sie diesen erheblich herunterdrückt. Selbstverständlich kann der Induktionskoeffizient nach Belieben in den Grenzen der durch die Induktionsspule gegebenen Größenordnung reguliert werden, indem man die Länge der Spule durch eine induktionslose Drahtverbindung verändert (siehe Fig. 57 Ziffer 20). In der Praxis wird die Induktionsspirale mit einer metallischen Hülle umschlossen, die mit der Antennenleitung direkt verbunden wird. Dies ist nötig, um zu verhindern, daß die elektromagnetische Schwingungsenergie sich in Form von Wellen im Raume verbreitet und dadurch verloren geht. Auch  $S_1$  und  $S_2$  können mit solchen Reguliervorrichtungen versehen werden (bei  $S_3$  durch 11 dargestellt). Bildet sich Überspannung, so wird diese, da sie für die Anlage gefährlich ist, durch Leitung 12 und die Funkenstrecke 8 oder durch eine sonstige Apparatur zur Erde abgeleitet.

Die Wirkung dieser Kondensatorbatterien ist schon oben beschrieben worden.

Durch die kleinen Kreise auf dem Sammlerballon sind Stellen angedeutet, an denen Zinkamalgam oder Goldamalgam oder sonstige photoelektrisch wirkenden Metalle in Form von kleinen Flecken in äußerst dünnen Schichten (0,01 bis 0,05 mm stark) auf der Ballonhülle aus Leichtmetall angebracht werden. Man kann solche Metallflecken auch auf dem ganzen Ballon, sowie auf dem Leitungsnetz in größerer Dichte anbringen. Dadurch wird der Kollektorstrom

Beschreibung  
der Sammler-  
ballons.

erheblich verstärkt. Die größtmöglichen Effekte in der Sammlung können durch Poloniumamalgame usw. erzielt werden.

Auf der Oberfläche des Sammlerballons sind längs der Rippen möglichst viele metallische Spitzen oder Nadeln befestigt, die besonders zur Sammlung des Kollektorstromes dienen.

Herstellung  
der Spitzen für  
die Sammler-  
ballons.

Es ist bekannt, daß der Spitzenwiderstand desto kleiner ist, je schärfer die Spitze ist. Daher ist es für diesen Zweck äußerst wichtig, möglichst scharfe Spitzen zu verwenden. Diesbezügliche Untersuchungen haben ergeben, daß auch die Ausführung des Spitzenkörpers eine große Rolle spielt, z. B. haben aus Stangen oder Drähten durch Ziehen oder Walzen hergestellte Nadeln mit glatten Mantelflächen als Kollektorsammlerspitzen einen mehrfach größeren Spitzenwiderstand als solche mit rauen Flächen. Verschiedene Arten von Spitzenkörpern wurden für die oben beschriebenen Sammlerballone untersucht. Das beste Resultat gaben Spitzen, die nach folgender Methode hergestellt waren: Aus Stahl, Kupfer, Nickel oder Kupfer-Nickel-Legierungen hergestellte feine Nadeln wurden in Bündel zusammengebunden und dann als Anode mit den Spitzen in einen geeigneten Elektrolyten gebracht (am besten in Salzsäure oder salzsaure Eisenlösungen) und so bei 2 bis 3 Volt Spannung mit schwachem Strom geätzt. Nach 2 bis 3 Stunden, je nach Dicke der Nadeln, werden die Spitzen äußerst scharf, und die Spitzenkörper bekommen rauhe Flächen. Jetzt kann das Bündel herausgenommen werden; die Säure wird mit Wasser abgespült. Dann werden die Nadeln als Kathode in einem Bad — bestehend aus einer Lösung von Gold-, Platin-, Iridium-, Palladium- oder Wolframsalzen oder deren Mischungen — auf der Kathode galvanisch mit einer dünnen Edelmetallschicht bedeckt, die aber genügend fest sein muß, um vor atmosphärischer Oxydation zu schützen. Solche Nadeln wirken bei 20 fach niedrigerer Spannung fast eben so gut wie die besten und feinsten auf mechanischem Wege hergestellten Spitzen. Noch bessere Resultate werden erzielt, wenn man bei der Erzeugung der schützenden Schicht im galvanischen Bad Polonium- oder Radiumsalze hinzufügt. Solche Nadeln verlieren ihren Spitzenwiderstand schon bei sehr geringer Spannung und zeigen durch Hervorrufen stiller Entladungen eine ausgezeichnete Kollektorwirkung.

Parallelschal-  
tung unipolar  
eingeschal-  
teter Kondens-  
atoren-  
batterien.

Auf Fig. 57 waren die freiliegenden Pole untereinander nicht parallel geschlossen. Das ist in der Praxis gut möglich, ohne das Prinzip der freiliegenden Pole sonst zu verändern. Es ist ferner zweckmäßig, eine Reihe von Sammlerantennen zu einem gemeinsamen Sammlernetz unter sich parallel zu schalten.



Fig. 58 veranschaulicht ein Schema für eine solche Anlage.  $A_1, A_2, A_3, A_4$  sind vier metallische Sammlerballons mit elektrolytisch hergestellten, bei Anwesenheit von Polonium - Emanationen oder von Radiumsalzen vergoldeten oder platinieren Nadeln, die über vier Elektromagnete  $S_1, S_2, S_3, S_4$  durch eine Ringleitung  $R$  verbunden sind. Von dieser Ringleitung gehen vier Leitungen über vier weitere Elektromagnete  $S_a, S_b, S_c, S_d$  zum Vereinigungspunkt 13. Dort teilt sich die Leitung, die eine geht über 12 und Sicherungsfunkenstrecke 8 zur Erde bei  $E_1$ , die andere über Induktionswiderstand  $J$  und Arbeitsfunkenstrecke 7 zur Erde bei  $E_2$ . Von der Arbeitsfunkenstrecke 7 ist der Arbeitsstromkreis in Nebenschaltung abgezweigt, bestehend aus den Kondensatoren 5 und 6 und aus einem Resonanzmotor oder einem oben schon beschriebenen Kondensatormotor  $M$ . Statt letztere direkt anzuschließen, kann man selbstverständlich auch den primären Kreis für hochschwingende Ströme einschalten.

Die Kondensatorenbatterien werden mit einem Pol an die Ringleitung  $R$  angeschlossen, und zwar entweder induktionslos (Ziffer 16 und 18) oder als Induktionskondensatoren ausgeführt, wie durch 21 und 23 dargestellt. Die freiliegenden Pole der induktionslosen Kondensatoren sind durch 17 und 19, die der als Induktionskondensatoren ausgeführten durch 22 und 24 dargestellt. Wie aus der Zeichnung zu ersehen ist, können alle diese Pole 17, 22, 19, 24 untereinander durch eine zweite Ringleitung parallel geschaltet werden, ohne befürchten zu müssen, daß dadurch das Prinzip der freien Poleinschaltung verletzt wird. Außer den bereits angegebenen Vorzügen ermöglicht die Parallelschaltung noch den Arbeitsspannungsausgleich im ganzen Sammlernetz.

Man kann ferner in die Ringleitung der freien Pole noch geeignet konstruierte und berechnete Induktionsspulen 25 und 26 einschalten, durch die in einer sekundären Wicklung 27 und 28 ein Stromkreis gebildet wird, der es gestattet, den in dieser Ringleitung durch Schwankungen der Ladungen auftretenden Strom zu messen oder sonst auszunutzen.

Alle bisher beschriebenen Apparaturen zur Verwertung von atmosphärischer Elektrizität beruhen auf dem Prinzip, daß statische Luftelektrizität in Form von Gleichstrom unter Benutzung von Funkenstrecken und durch Zuhilfenahme oszillatorischer Kreise in dynamische Elektrizität von hoher Wechselzahl mehr oder weniger gedämpfter Natur umgewandelt und in solcher Form — sei es direkt, oder sei es durch eine spezielle Art von Resonanz- oder Kondensatormotoren — für technische Zwecke als mechanische Energie verwertet wurde.

Für kleinere Anlagen ist dieses System sehr gut zu verwenden; als praktische Grenze ist etwa 100 P. S. zu nennen. Bei Konstruktion größerer Aggregate steigen die Schwierigkeiten jedoch bezüglich der Funkenstrecke erheblich. Ein weiterer Wunsch, den in der Praxis bei der obigen Ausführung nicht entsprochen werden kann, besteht darin, die gesammelte atmosphärische Elektrizität anstatt in Ströme von hoher Wechselzahl in Wechselströme von 100 bis 1000 Perioden zu transformieren, die dann für die gewöhnliche Type von Wechselstrommaschinen gebraucht werden könnten.

Es ist dem Verfasser gelungen, auch diese beiden Fragen im Prinzip zu lösen, und zwar auf folgendem neuen Wege:

Transforma-  
toren zur Um-  
wandlung von  
statischem  
Gleichstrom  
in gewöhn-  
liche Wechsel-  
ströme.

Es wurde bei Versuchen mit Kondensatormaschinen — beschrieben auf Seite 67 bis 77 — beobachtet, daß der Rotor, wenn man den einen Pol der Statorfläche mit den Luftpole sammelnden Antennen und den andern Pol mit der Erde verbindet, sich nicht nur als Motor dreht, sondern, wenn man umgekehrt die Rotorverbindung mit dem Stator löst und den Rotor von einem andern Motor drehen läßt, daß dann die Bürsten einen Wechselstrom liefern, dessen Perioden von der Zahl der Pole und von der der Umdrehungen des Rotors abhängig sind. Ein solcher Apparat kann daher als Transformator für statische in dynamische Elektrizität betrachtet werden. Eine Untersuchung dieser Erscheinung hat eine neue Lösung der Frage der Transformation von gleichstromartiger, gesammelter Luftpole in Wechselstrom von mehr oder weniger hoher Wechselzahl zur Folge gehabt.

Das Grundprinzip solcher Transformatoren wird durch Fig. 59 bis 75 erläutert.

In Fig. 59 ist A eine starke Akkumulatorenbatterie; 1 und 2 sind die äußeren Pole des Transformators, sie bestehen aus einfachen metallischen Platten oder sind, wie weiter in Fig. 66 bis 69 veranschaulicht, aus Drahtwindungen zusammengestellt, ohne daß ein Elektromagnet vorhanden ist. Zwischen diesen Polen befindet sich auf einer Achse drehbar ein Anker, der auch aus zwei gleichen zylindrisch gebogenen Platten 3 und 4 besteht. Diese sind metallisch mit 2 Kollektorringen 5 und 6 verbunden, auf den zwei Bürsten 8 und 7 frei laufen, die wieder über eine primäre Spule 9 untereinander kurzgeschlossen sind. 10 ist die sekundäre Wicklung mit den freien Enden 11 und 12. Wenn durch die Akkumulatorenbatterie die Statorplatte 1 mit positiver Elektrizität geladen wird, so induziert dieselbe eine Ladung umgekehrten Zeichens auf der Rotorfläche 3, die durch die Bürsten 7 und 8 über die primäre Wicklung 9 mit der zweiten Rotorfläche 4 verbunden ist. Diese

letztere wird deshalb mit positiver Elektrizität geladen, die ihrerseits auf der Statorfläche 2 negative Elektrizität induziert. Bis zu diesem Augenblick geschieht alles in gleicher Weise, als wären zwei Kondensatoren in das Stromnetz A hintereinander eingeschaltet. Wenn nun aber durch eine mechanische Kraft dieser Rotor in Drehung gesetzt wird, so werden die Flächenverhältnisse verändert. Nach  $\frac{1}{4}$  Umdrehung werden sich die Rotorplatten zwischen den Statorplatten befinden und daher keine Kondensatorfläche einer andern gegenüberstehen. Dadurch würde aber die Kapazität des ganzen Systems auf ein Minimum herabgesetzt, und es würde sich auch eine Stromveränderung in Leitung 9 ergeben. Wenn nun der Rotor durch mechanische Energie um weitere  $90^\circ$  gedreht wird, so kommt die Rotorplatte 3 gegenüber der Statorplatte 2 und die Rotorplatte 4 gegenüber Statorplatte 1, so daß sich nun die Rotorplatten in einem Felde umgekehrten Zeichens befinden. Bei neuer Ladung wird jetzt ein Strom in umgekehrter Richtung durch die primäre Spule 9 laufen. Nach einer weiteren halben Umdrehung wird dasselbe Spiel vor sich gehen, so daß nach voller Umdrehung wieder der Anfangszustand eingetreten ist. Das Resultat solcher Drehung ist ein Wechselstrom, dessen Periodenzahl gleich der Zahl der Umdrehungen ist. In der Praxis werden selbstverständlich nicht zwei Pole, sondern möglichst viele Pole angewendet, weil dadurch die Wechselzahl erheblich vergrößert wird. Der so erhaltene primäre Wechselstrom induziert im sekundären Kreise einen Wechselstrom, dessen Spannung von der Wicklung der Spulen abhängig ist. Fig. 65 zeigt eine vielpolige Maschine.

Wird die Statorfläche 1 anstatt mit einer Batterie mit einem Sammelantennennetz verbunden und die andere Statorfläche 2 direkt geerdet, der Rotor aber, der sonst wie oben gebaut ist, durch einen besonderen Motor gedreht, so resultiert ein viel stärkerer Wechselstrom, was darauf zurückzuführen ist, daß auf die Polflächen des Stators wegen der hohen Spannung der statischen Elektrizität viel höhere Potentiale geladen werden können, als bei Verwendung von Akkumulatoren. Dadurch werden dem Transformator natürlich viel größere Energiemengen zugeführt.

Fig. 60 veranschaulicht eine solche Schaltungsweise. Die Statorfläche 1 ist mit der Luftantenne verbunden, und zwar mit einer Abzweigung derselben von der Sicherungsfunkenstrecke F, die bei  $E_1$  geerdet ist. Statorfläche 2 wird direkt bei  $E_2$  geerdet. Die inneren, drehbaren Rotorflächen 3 und 4 sind durch eine Induktionsspirale, die direkt in den Motor eingebaut wird, untereinander verbunden. Der Strom wird, wie in Fig. 59, von zwei Kollektorringen durch

Wirkungs-  
weise der  
Trans-  
formatoren.



Bürsten, die der Übersicht halber nicht eingezeichnet sind, abgenommen, und durch die Leitungen 11 und 12 weitergeleitet. Zwischen diesen kann ein Kondensator 5 eingeschaltet werden. Es bildet sich dadurch ein kurzer funkenstreckenloser oszillatorischer Schwingungskreis, der aus der Induktionsspule 9 und dem Kondensator 5 besteht und durch die periodischen Ladestromimpulse gespeist wird. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, eine durch längere Perioden charakterisierte, ungedämpfte oszillatorische Stromart zu erhalten. Selbstverständlich wird beim Ausschalten des Kondensators 5 nur ein einfacher Wechselstrom erzielt.

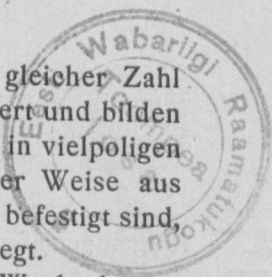
Statt der Induktionsspule kann auch der Kondensator in den Rotor hineinkonstruiert werden. Dieser kann so ausgeführt werden, daß seine Enden gleich als Kollektorrings für die Abnahme durch die Bürsten dienen. In Fig. 61 ist ein solcher Rotor in der Perspektive skizziert. 3 und 4 sind die Statorpolflächen. 5 und 6 sind die im Rotorteil einkonstruierten parallel stehenden Kondensatorflächen, die in Form von zwei ineinander passenden Zylindern ausgeführt sind, und zwar so, daß für Bürste 7 auf dem einen Ende des Kondensatorzylinders 5 und für Bürste 8 auf dem andern Ende des Kondensatorzylinders 6 freier Raum gelassen ist.

Der Kondensator kann auch in Form einer zylindrisch gewickelten Spirale als Induktionskondensator nach Fig. 62 ausgeführt werden. Einen weiteren Transformatorotypus zeigt Fig. 63. Der Unterschied liegt darin, daß die Stator- sowie Rotorflächen nicht nur je  $\frac{1}{4}$  des Umkreises einnehmen, sondern fast die Hälfte. Hierdurch wird der Raum und die wirksame Kondensatorfläche besser ausgenutzt. Die volle Ladung geschieht nur dann, wenn die Rotorflächen in vollem Umfange den Statorflächen gegenüberstehen.

In der Zwischenzeit erhält man einen Zustand, in dem die Statorflächen durch die Rotorflächen einfach kurzgeschlossen werden. Die Folge davon ist, daß gleichfalls ein Wechselstrom resultiert, der aber viel funkenfreier ist. Sonst ist die Schaltung wie früher.

Fig. 64 zeigt eine Veränderung der Rotorflächen; der Rotor besteht hier aus zwei zu einem geschlossenen Ring hintereinander geschalteten Kondensatoren. Eine solche Maschine zeigt eine noch vollkommeneren Transformatorwirkung.

Fig. 65 veranschaulicht nun einen vielpoligen Transformator. Er besteht aus einer metallischen Hülle, deren untere Hälfte mit den Fundamentplatten 17, 17 auf der Unterlage befestigt ist; die obere Hälfte, der Deckel, ist durch Bolzen 15 und 16 fest mit der unteren verbunden. Diese Hülle ist von dem inneren Teile isoliert. In die Hülle sind zwei Ringe 1 und 2 zylindrisch eingebaut. Der Ring 1 ist mit der Sammlerantenne und der Ring 2 mit der Erde metallisch



verbunden. Auf beiden Ringen sind Statorflächen in gleicher Zahl nebeneinander, aber gut voneinander isoliert, aufmontiert und bilden so ein ähnliches Wechselfeld, wie die Elektromagneten in vielpoligen Wechselstrommaschinen. Der Rotor besteht in gleicher Weise aus zwei Ringen 5 und 6, auf denen gleichviel Rotorflächen befestigt sind, so daß jeder Statorfläche eine Rotorfläche gegenüberliegt.

Durch die Bürsten 7 und 8 wird der gebildete Wechselstrom vom Kollektor abgenommen. Der atmosphärische Ladestrom wird durch die Leitung 14 zu- und durch 13 abgeleitet. Wenn dieser Rotor nun durch einen Motor in Drehung versetzt wird, so werden sich ebenso wie beim Magnetisieren die positiven und negativen Felder ändern, und dadurch wird ein Wechselstrom im Rotor gebildet, dessen Perioden von der Zahl der Pole und der Umdrehungen pro Sekunde abhängig sind.

Anfangs war gedacht, daß diese Apparate nur als Wechselstromtransformatoren zu betrachten seien; es zeigte sich aber bald, daß viel mehr Energie nötig war, den Rotor zu drehen, als zur Überwindung der Reibung nötig sein konnte. Es wurde nun festgestellt, daß der erheblich größere Energieaufwand daher kommt, daß ein Leiter durch starke elektrostatische Felder bewegt wird, und durch diesen Leiter die elektrostatischen Kraftlinien senkrecht durchschnitten werden, was seinerseits eine Induktion in dem Leiter und das Auftreten eines stärkeren Stromes zur Folge hat, als sonst zu erwarten wäre. Deshalb ist dieser Apparat nicht nur als Transformator zu betrachten, sondern auch als Energieerzeuger mit dem Unterschied, daß die Erregung hier anstatt durch Elektromagneten durch statische Felder von hoher Spannung erzielt wird. Das ganze System läßt sich einigermaßen mit einem Dynamo vergleichen, bei dem die Erregung durch einen festen beständigen Magneten erfolgt. Es wurde weiter festgestellt, daß diese Art der Verwendung der atmosphärischen Elektrizität eine Art Saugwirkung auf das Sammlernetz hervorruft, und daß so erheblich größere Strommengen gewonnen werden können.

Die Erscheinungen, die bei dieser Apparatur zutage traten, sind höchst interessant und eröffnen die Aussicht, daß hier noch vieles erreicht werden kann. Allein daß diese Transformatoren es möglich machen, beliebige Mengen atmosphärischer Elektrizität in Wechselströme höherer oder niederer Wechselzahl (ohne Verwendung von Funkenstrecken) zu transformieren, erweist schon die Lebensfähigkeit und äußerste Nützlichkeit dieser Apparate. Sollte in Zukunft der Bau größerer Aggregate nötig werden, so kann die Transformierungsanlage so konstruiert werden, daß Motoren, die durch von einer Anlage mit Funkenstrecke gewonnenen Strom gespeist

werden, eine gewisse Menge Energie erzeugen, die dann zur Erzeugung von Strom nach dem zuletzt beschriebenen System verwendet wird.

Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse.

Die Ergebnisse der hierfür angestellten Untersuchungen können folgendermaßen zusammengefaßt werden:

1. Verwendet man massive Elektroden, so werden dieselben heiß. Diese Erscheinung kann dadurch, daß man die Elektroden rippenförmig ausschneidet (Fig. 66), erheblich verringert, jedoch nicht ganz beseitigt werden. Diese Form erlaubt es, die Oberfläche der Kondensatorplatte zu vergrößern; durch die Bohrungen 1, 2, 3, 4, 5 können die Elektroden in einfacher Weise an das Untergestell befestigt werden.

2. Verwendet man Einschnitte in Spiralförmigkeit, wie in Fig. 67 von der Seite gesehen und in Fig. 68 im Durchschnitt dargestellt, so ist nicht nur der Transformatoreffekt größer, sondern die Pole geben auch mehr Strom, erfordern jedoch zu ihrer Bewegung größere Energiemengen, als eine einfache Kommutatorwirkung es verlangen würde.

3. Die größte Wirkung wird erzielt, wenn die Rotor- und Statorflächen aus geeigneten dicken Drähten in flacher Spiralförmigkeit gewickelt werden, und zwar so, daß der Induktionskoeffizient zur Kapazität in gewissem Verhältnis berechnet ist und diese Verhältniszahl einer gewissen Periodenzahl angepaßt wird. In der Praxis läßt sich das am besten so ausführen, daß in Spiralförmigkeit gebogene Drähte in eine besondere Hartgummimasse eingelassen werden (siehe Fig. 69), so daß eine glatte Polfläche gebildet wird, ähnlich wie bei Phasennmotoren.

Erzeugung von Wechselströmen sehr hoher Wechselzahl.

In Fig. 70 ist ein weiteres Schema dargestellt. Hier kann der sekundäre, also im Rotor erzeugte Wechselstrom durch Induktion auf den Ladestrom einwirken. Dadurch werden die Induktionsströme verstärkt, sowie besondere Periodenkurven des Wechselstromes erzeugt, in denen kürzere Perioden durch längere überbrückt werden.

Man kann aber auch regelmäßige, ungedämpfte Schwingungen höherer Wechselzahl erzielen, wenn der Umformer nach Fig. 71 ausgeführt wird. Die Luftleitung  $L$  ist metallisch mit Ring 2 verbunden. Von diesem werden zwei Polflächen 1 und 2 abgezweigt. Der negative Erdpol ist gleichfalls mit einem zweiten Ring 1 verbunden, von dem wiederum zwei Pole 1 und 2 abgezweigt sind. Selbstverständlich kann auf gleiche Weise eine beliebige Anzahl Pole abgezweigt werden. In gleicher Weise sind bei dem Rotor je zwei



einander gegenüberliegende Pole (3 und 4) mit einem besonderen Kollektorring verbunden. Von diesen beiden Ringen wird mittels zweier Bürsten der Strom angenommen. Der induzierte Wechselstrom ist aber mit einer negativen, geerdeten Statorleitung über eine Induktionsspule 9 direkt metallisch verbunden. Ferner ist ein Induktionskondensator 5 zwischen den beiden Leitungen 11 und 12 parallel zum Umformer eingeschaltet. Dadurch wird ein funkenloser oscillatorischer Kreis erzielt, der auf den Erregerstrom im Stator einwirken kann. Dies ruft aber eine periodische Veränderung der Ladungsquantitäten nach den Schwingungskurven der Rotorströme hervor, was wiederum zur Folge hat, daß die Statorladung gleichfalls mit Resonanzschwingungen beginnt, und wenn der Stator und die Rotorflächen zueinander so berechnet sind, daß sie fähig sind, Schwingungen von gleich langen Wellen zu bilden, so gerät der ganze Umformer in Schwingungen und liefert ungedämpfte Schwingungen von hoher Wechselzahl, aber von periodisch veränderter Amplitude, deren Form abhängig ist von der Amplitude des Hauptwechselstromes und durch die Zahl der Pole und Umdrehungen pro Sekunde bedingt wird. Es bildet sich so ein Wechselstrom von z. B. 100 Perioden, dessen einzelne Perioden durch ungedämpfte Schwingungen hoher Wechselzahl gebildet werden.

In Fig. 72 bis 75 sind weitere vier Umformerschemata dargestellt, deren Ziel es ist, nicht gewöhnlichen Wechselstrom, sondern Schwingungen höherer Wechselzahl zu erzeugen.

Der Hauptunterschied aller dieser Systeme von den früher beschriebenen ist der, daß die Verbindung von den Sammelantennen zwischen dem Statorpol 1 (Fig. 72) und einem Kondensatorpol 16 angeschlossen ist und die Erdleitung zwischen einem zweiten Statorpol 2 und Kondensatorpol 18. Die andern Pole der Zusatzkondensatoren (17 und 19) werden durch einen Ring über zwei induktive, primäre Wicklungen 9 und 9a untereinander kurz geschlossen. Die sekundären Wicklungen bilden die Rotorleitungen 10 und 10a. Der Rotor selbst ist konstruiert wie der früher beschriebene, in Fig. 50 dargestellte Kondensatormotor und besitzt gleiche Eigenschaften, nur daß er hier als Stromumformer oder Erreger von Wechselstrom und nicht als Motor wirkt. Die Kollektorringe des Rotors mit den zwei Bürsten zur Stromabnahme sind hier, um die Zeichnung zu vereinfachen, nicht angegeben. Durch die Einschaltung der zwei Kondensatoren im Erregerkreis des Umformers, sowie durch Einwirkung des erzeugten Wechselstromes im Rotor auf den Statorkreis, wird bei richtiger Berechnung der Kapazität und des Selbstinduktionskoeffizienten eine Maximalwirkung erzielt. Die erzeugte Stromart wird ähnlich sein der auf Seite 52 beschriebenen (siehe Fig. 70).

Die Neuheit des in Fig. 73 veranschaulichten Umformers besteht hauptsächlich darin, daß der im Rotor entstandene Strom nicht direkt verwendet wird, sondern als Erreger der primären Wicklungen 9a und 9b dient. Der Arbeitsstrom wird in den sekundären Wicklungen 10 und 10a erzeugt und durch die Leitungen 11 und 12 weiter geleitet. Durch den regulierbaren Induktionswiderstand 9 kann der Statorstrom auf die gleiche Resonanz wie der Rotorstrom gebracht werden.

In Fig. 74 ist ein sehr ähnliches System wie in Fig. 72 gezeichnet. Parallel zum Umformer ist aber der Kondensator 5 eingeschaltet; durch diesen und durch den im Rotor eingebauten Induktionswiderstand wird ein kurzgeschlossener oszillatorischer Kreis gebildet, was außerordentlich gute Resultate ergibt und einfach im Bau ist.

Man kann den Induktionswiderstand 9 auch, anstatt ihn in den Rotor einzubauen, als primäre Spule außerhalb des Rotors verwenden und den oszillatorischen Kreis über die Statorflächen kurzschließen (siehe Fig. 75).

Die letzten sechs Typen dienen nur zur Erzeugung von Schwingungen hoher Wechselzahl. Will man gewöhnlichen Wechselstrom erhalten, so sind diese komplizierten Schemata nicht erforderlich, es genügen die in Fig. 59 bis 69 dargestellten Typen. Es ist selbstverständlich, daß diese Anlagen in den verschiedensten Richtungen für verschiedene Zwecke in der Praxis verändert werden können. So kann man z. B. auch geeignete Transformatoren für zwei- und dreiphasigen Wechselstrom nach diesem System konstruieren. Was die Ausführung anbetrifft, so ist alles, was oben bei der Beschreibung des Baues von Resonanz- und Kondensatormotoren gesagt wurde, auch hier maßgebend. Im gegebenen Falle ist es zweckmäßig, einen Umformer einfacher Art zu verwenden, durch den die statische Elektrizität in gewöhnlichen oder ein- bis zweiphasigen Strom — durch geeignete Schemata gleichfalls sehr leicht zu erzielen — mit geringerer Wechselzahl (100 bis 200 Perioden) verwandelt wird, der für alle bisher gebrauchten Wechselstrommotoren zu verwenden ist. Selbstverständlich kann man auch einen Teil des statischen Stromes unter Verwendung von Funkenstrecken und der Braunschen oszillatorischen Kreise für kleinere Motoren gebrauchen, die dann für den Antrieb des großen Umformers benutzt werden können.

Es wurden auch Versuche gemacht, die atmosphärische Elektrizität direkt zur Erregung der Magnetfelder von Dynamomaschinen zu verwenden, indem sie durch Wicklungen von sehr feinem Draht um die Magnete geleitet wurde; es war jedoch nicht möglich, eine genügende Isolation zu erzielen. Die Verwendung der oben beschriebenen Umformer für statische Elektrizität gestattet aber, aller

Schwierigkeiten, die der Verwendung von atmosphärischer Elektrizität bisher entgegenstanden, auf einfachste Weise Herr zu werden und sie als völlig überwunden zu betrachten.

Die Beschreibung der Umformer möchte ich mit der Beschreibung einiger Schemata für die Leitungen von hochschwingenden Strömen hoher Wechselzahl abschließen.

Leitungs-  
schemata für  
hochschwin-  
gende Ströme.

Wie bekannt, gelten für solche nicht die gleichen Gesetze, wie für Gleichstrom und gewöhnlichen Wechselstrom.

Pflanzen sich Ströme hoher Schwingungszahl (über  $10^6$  Wechsel pro Sekunde) längs zweier paralleler Drähte oder auch eines einfachen Drahtes fort, so spielt das Medium, in dem sich die Drähte befinden, eine äußerst wichtige Rolle. Es wirkt in folgender Hinsicht auf solche Ströme ein:

1. auf die Fortpflanzungsgeschwindigkeit und
2. auf das Verhältnis zwischen der Amplitude der magnetischen und der elektrischen Welle.
3. Die Energie pflanzt sich auch im umgebenden Medium fort, und der Einfluß der Drähte beschränkt sich darauf, daß durch ihren Verlauf nur die Richtung gegeben ist, in der die Welle sich ausbreitet. Hieraus geht hervor, daß es nur für den Verlauf der Intensitätslinien und damit für die Form des Feldes von Bedeutung ist, ob man einen oder zwei Drähte nimmt und im letzteren Falle, wie groß der Abstand derselben ist.

Es ist nicht richtig zu sagen, die Wellen pflanzen sich „in den Drähten“ fort; sie tun es überall da, wo die Energie sich fortpflanzt, d. h. im wesentlichen außerhalb der Drähte. Die geringe Energiemenge, die in der Oberflächenschicht der Drähte fließt, strömt aus dem Außenraum dort hinein.

Es handelt sich deshalb bei der Leitung von hochschwingenden Strömen um einen Vorgang in dem Raum außerhalb der Drähte, während gerade das Drahtinnere unberührt bleibt. Die Drähte dienen nur zur Führung der Welle und ermöglichen, die Welle dorthin zu leiten, wohin man wünscht.

Zieht man das Obengesagte in Betracht, so ist es klar, daß die Leitungen für solche Ströme nicht nach den Berechnungen der sonst üblichen Stromleitungen ausgeführt werden können. Bei gewöhnlichem Wechselstrom können alle Drahtleitungen, die keine Spulen enthalten, als induktionslos betrachtet und zu dem ersten Grenzfall: „Induktionskoeffizient sehr klein gegenüber Widerstand gleich induktionslose Leitung“ gerechnet werden. Der zweite Grenzfall: „Induktionskoeffizient sehr groß gegenüber Widerstand“ kommt bei solchen Strömen nur bei der Verwendung von Spulen mit Eisenkern vor.



Daß aber die Verhältnisse bei Strömen von hoher Wechselzahl (Größenordnung  $10^6$  pro Sekunde und darüber) ganz anders liegen, möchte ich durch das folgende einfache Beispiel erläutern<sup>1</sup>:

Bei einem Strom von  $3 \cdot 10^6$  Wechseln pro Sekunde, dessen Bahn durch einen Kreis von 50 cm  $\Phi$  aus Kupferdraht von 5 mm Stärke gebildet wird, ergibt sich:

$$w = 0,0316 \text{ Ohm} = 3,16 \cdot 10^7 \text{ CGS}$$

$$p = 1472 \text{ CGS}$$

$$\text{also: } \pi n p = \pi \cdot 3 \cdot 10^6 \cdot 1472 = 1,39 \cdot 10^{10} \text{ CGS}$$

$$\frac{\pi n p}{w} = 439$$

Der Induktionskoeffizient ist also mehr als 400 mal größer als der Widerstand. Nimmt man einen Draht von nur 1 mm Stärke, so ergibt sich immer noch:

$$w = 0,17 \text{ Ohm} = 1,7 \cdot 10^8 \text{ CGS}$$

$$p = 1977 \text{ (einer Tabelle entnommen)} + 17 = 1994 \text{ CGS}$$

also:

$$\frac{\pi n p}{w} = 110$$

Der Induktionskoeffizient ist also immer noch 110 mal größer als der Widerstand. Daraus folgt: für Ströme hoher Wechselzahl von der Größenordnung  $10^6$  pro Sekunde und darüber ist in allen Leitungen aus Kupferdraht mit nicht extrem kleinem Querschnitt der Induktionskoeffizient sehr groß gegenüber dem Widerstand.

Diese Tatsache darf bei der Anlage von längeren Leitungen für solche Ströme nicht außer acht gelassen werden. Man kann darauf Rücksicht nehmen, indem man in gewissen Abständen geeignete Kapazitäten einschaltet. Da man aber bei der Verteilung des Stromes in der Regel gleichzeitig auch seine Transformierung im Auge haben wird, so läßt sich der gleiche Zweck in der Praxis am besten durch Induktionskondensatoren erreichen.

Die Einschaltung solcher Kondensatoren ist aus Fig. 76, 77, 78 ohne weitere Erklärungen zu ersehen. Die Schemata sind für die Beleuchtung mit Mac-Farlan-Moore-Röhren bestimmt. Was die Isolation betrifft, so ist es vorteilhaft, die Leitungen in Glasröhren zu verlegen, selbstverständlich ist der Dielektrizitätskonstante des Glases gleichzeitig Rechnung zu tragen. Für die Leitungen verwendet man am vorteilhaftesten bandförmige Streifen, möglichst dünn ausgewalzt oder von großer Oberfläche und nicht, wie sonst üblich, Drähte mit rundem Querschnitt und nur kleiner Oberfläche. Für die Beleuchtung macht

<sup>1</sup> Dr. J. Zenneck: Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie S. 439.

es nichts aus, wenn die Leitung stellenweise unterbrochen ist. Die Regulierung des Lichteffektes erfolgt durch Veränderung der Resonanz in der Lampenleitung, die Ausschaltung durch Störung derselben. Man erreicht dies durch Veränderung des Induktionskoeffizienten oder der Kapazität.

Die hier gemachten Angaben sind selbstverständlich nicht als vollständig zu betrachten, sie sind nur als kurze Anhaltspunkte gedacht für jeden, der in dieser Richtung weiterarbeiten will.

## Wirtschaftlicher Teil.

---

Einleitung.

Im allgemeinen Teile wurden eine Beschreibung der Maschinen und Schaltungsschemata sowie die zur Erklärung notwendigen theoretischen Unterlagen gegeben, um zu zeigen, wie nach vorliegender Erfindung die atmosphärische Elektrizität in für die Technik erforderlichen Mengen zu gewinnen wäre.

Es wird nun jeden Industriellen, Kaufmann oder Spezialisten, der bei Ausnutzung dieser Erfindung mitwirken möchte, interessieren, in welchen Mengen überhaupt atmosphärische Elektrizität gewonnen werden kann, was eine Anlage für technische Zwecke kosten würde, und ob es überhaupt möglich ist, Elektrizität in den für die Praxis erforderlichen Mengen zu gewinnen.

Vergleich der neuen Erfindung mit der drahtlosen Telegraphie.

Diese Fragen können noch nicht restlos beantwortet werden, da die praktische Verwertung der atmosphärischen Elektrizität sich noch im Anfangsstadium ihrer Entwicklung befindet. Hierfür haben wir einen treffenden Vergleich im Werdegang der Erfindung der drahtlosen Telegraphie. Als Marconi seinerzeit erstmalig mittels drahtloser Telegraphie eine Verständigung zwischen zwei 1,5 km auseinander liegenden Stationen erzielte, haben verschiedene Gelehrte und Praktiker die Äußerungen fallen lassen, daß die drahtlose Telegraphie nur als Aushilfe in besonderen Fällen zu verwenden wäre, und daß Strecken von 100 km schon aus technischen Gründen unüberbrückbar wären; drahtlose Telephonie galt überhaupt als ausgeschlossen. Wenn wir den jetzigen Stand der drahtlosen Telegraphie betrachten, wo 5000 km und noch mehr überbrückt und dabei sogar mehrere Telegramme durch genaue Abstimmung der Wellenlängen sowie durch Anwendung von ungedämpften Wellen gleichzeitig gesendet und aufgenommen werden können, so halten wir dies für den besten Beweis dafür, daß das auf dem Gebiete der atmosphärischen Elektrizität bis heute Geleistete in gleicher Weise eine Gewähr dafür bietet, daß auch in dieser Richtung die Wissenschaft einen sicheren Siegeszug antreten wird, der eine noch größere Bedeutung zu erlangen verspricht, als der der drahtlosen Telegraphie und Telephonie.



Der erste nun, der sich mit einem solchen Problem intensiv befaßt, legt ebenso wie Marconi den Grundstein für ein großes herrliches Zukunftsgebäude menschlichen Könnens, und es ist vor auszusehen, daß dieses Gebäude alles andere, was menschliche Vernunft bis heute geschaffen hat, übersteigt. Wenn wir nicht mehr durch Kohle Wärme zu erzeugen brauchen, sondern durch atmosphärische Elektrizität Kraft, Licht usw. erhalten, so wird der Menschheit viel Arbeit und Kraft erspart. Dann können die Menschen, die bis jetzt die Kohle aus der Erde ans Tageslicht schaffen, diese mit Hilfe der Eisenbahn im ganzen Staate verteilen und ins Haus bringen, ihre ganze Arbeit für andere bessere Zwecke verwenden. Die Folge hiervon ist ein unübersehbarer sozialer Erfolg und eine große Lebensverbesserung des arbeitenden Volkes einerseits, anderseits kann die gesamte Kohle, die für Heizzwecke und zur Erzeugung von Dampfkraft verbraucht wird, gespart und für andere Zwecke ausgenutzt werden, z. B. als Ausgangsprodukt für viele hochwertige chemische Substanzen usw.

Wenn wir an die heutige Kohlennot, oder besser noch gesagt an den Kohlenhunger, nicht nur in Deutschland, sondern in fast der ganzen Welt denken, so müssen wir zugeben, daß die Nutzbarmachung der atmosphärischen Elektrizität und damit die Lösung der Energie-, Licht- und Wärmefrage einfach als ein Segen für die Menschheit und zumal in Deutschland als Rettung zu betrachten wäre vor der drohenden Gefahr des Unterganges des deutschen Volkes und der Vernichtung der deutschen Errungenschaften auf technischem Gebiete und der deutschen Kultur überhaupt.

Durch die Gewinnung von atmosphärischer Elektrizität würden die Menschen wieder in die Lage gesetzt, unter ähnlichen Bedingungen wie früher zu leben; Licht, Wärme und Maschinenkraft ständen dann wieder ausreichend zur Verfügung. Durch Vorhandensein genügender Energiemengen würde die Frage der Arbeitslosigkeit mit einem Schlage gelöst sein, und der deutsche Staat würde von der drückenden Last der Unterstützungsgelder für Arbeitslose befreit. So aber könnten größere Werte als durch volle Friedensarbeit geschaffen werden, was eine Erstarkung des Kredits und eine Besserung der Valuta, somit auch ein Fallen der Preise für Lebensmittel, Stoffe und andere Produkte des täglichen Lebens zur Folge hätte. Diese und noch viele andere Wohltaten sind mit der Lösung des Problems, Gewinnung atmosphärischer Elektrizität, aufs engste verbunden. Deshalb tut ein jeder, der seine Mitarbeit und sein Vermögen zur Lösung dieser Frage zur Verfügung stellt, ein edles Werk und dient dabei nicht nur den allgemeinen Interessen der Menschheit, sondern auch seinen eigenen materiellen.

**Ausnutzbare  
Energie-  
mengen.**

Es bleibt nun zu betrachten, welche Energiemengen nach vorliegender Erfindung gesammelt werden können.

Jedem ist bekannt, welche gewaltigen Elektrizitätsmengen sich in einer Gewitterwolke im Laufe einiger Stunden in Form von Blitzen ausgleichen, und welche schreckliche Verheerungen ein einziger Blitz, obwohl derselbe nur 0,01 bis 0,001 Sekunden wirkt, hervorrufen kann. Aber vorwiegend treten Gewitter und somit auch Blitze nur im Sommer in Erscheinung, während wir Quellen benötigen, die uns regelmäßig stunden- und tageweise größere Mengen elektrischer Energie zu liefern vermögen.

**Weltkraft-  
verbrauch.**

Der Kraftverbrauch für technische Zwecke auf der ganzen Welt, die ungeheure Arbeitsleistung, die von den Maschinen auf der Welt im Laufe eines Jahres erzeugt wird, beläuft sich laut Berechnungen in der Zeitschrift „Handel und Industrie“ alljährlich auf eine nach Millionen rechnende Anzahl von P. S. Hierbei werden die weitaus größten Kraftmengen durch die Kohle aufgebracht, nämlich 135 Millionen P. S. pro Jahr. Aus Erdöl werden weitere 12, aus Naturgas 4 Millionen P. S. erzielt, während die aus Wasserfällen gewonnene Gesamtkraft nur  $3\frac{1}{2}$  Millionen P. S. beträgt. Dabei ist zu bedenken, daß bei dieser Berechnung die genannten Kräfte, um die von ihnen zu leistende Arbeit ausführen zu können, täglich ununterbrochen 24 Stunden tätig sein müßten. Bei nur achtstündiger Arbeitszeit sind bis zu  $\frac{1}{2}$  Milliarde P. S. erforderlich. Es taucht nun die Frage auf, ob die atmosphärische Elektrizität annähernd genannte Mengen liefern kann. Mit absoluter Sicherheit kann diese Frage heute noch nicht beantwortet werden. Immerhin wäre die Gewinnung atmosphärischer Elektrizität schon lohnenswert, wenn auch nur ein Teil dieser Energie — sagen wir nur so viel, wie die gesamten Wasserfälle der Erde vergegenwärtigen — erzeugt würde. Man hat berechnet, daß die gesamte Energie aller Wasserfälle einer Leistung von etwa 60 Millionen P. S. entsprechen würde; hiervon wird jedoch nur ein kleiner Teil bisher ausgenutzt.

Zur Klärung der genannten Frage lege ich der Berechnung der utilisierbaren Mengen von atmosphärischer Elektrizität meine Versuchsergebnisse zugrunde, da die bisher bekannten theoretischen Berechnungen auf diesem Gebiete, zumal für den Stromausgleich zwischen Luft und Erde, für praktische Zwecke nicht mehr maßgebend sind.

**Praktische  
Versuche.**

Bei im finnländischen Flachland ausgeführten Versuchen ließ ich einen Sammelballon aus Aluminiumblech, der mit Nadeln aus amalgamiertem Zink und einem Radiumpräparat als Ionisator versehen

und dessen Fläche stellenweise (0,5 qm) mit Zinkamalgam bedeckt war, in 300 m Höhe aufsteigen und erhielt mittels eines verkupferten Stahldrahtleiters einen ständigen Strom (unter Verwendung von Funkenstrecken) von durchschnittlich 400 Volt  $\times$  1,8 Ampere, also eine beständige Energiemenge von 0,72 Kilowatt, oder in 24 Stunden 17,28 Kilowatt. Der Kollektor des Sammelballons zeigte isoliert von der Erde eine Spannung von 42000 Volt. Durch Aufsteigenlassen eines zweiten Sammelballons mit einer Antenne auf die gleiche Höhe in einer Entfernung von 100 m wurde eine Gesamtstromerhöhung bis über 3 Ampere erzielt. Durch Einschalten einer kräftigen Kondensatorenbatterie, deren Kapazität gleich der gesamten Fläche der beiden Sammelballons und der Antennenverbindungsleitung war, erhöhte sich die Stromstärke auf 6,8 Ampere bei etwa 500 Volt mittlerer Spannung. Es war also möglich, allein durch Anwendung von zwei Sammelballons in 300 m Höhe und 100 m seitlicher Entfernung voneinander, sowie durch Anschließen einer kräftigen Kondensatorenbatterie eine Energiemenge von 3,4 Kilowatt oder in 24 Stunden 81,6 Kilowatt zu gewinnen.

Wenn man nun auf 1 qkm 100 Sammelballons in gleichmäßigen Abständen (100 m) errichtet, so könnten diese  $10 \times 10 = 100$  Antennen bei gleichen Bedingungen eine Gesamtenergie von  $\frac{100}{2} \cdot 6,8 \cdot 500$  Volt = einer ständigen Strommenge von 170 Kilowatt oder in 24 Stunden 4080 Kilowatt liefern. Immerhin ist also schon jetzt bei vorsichtiger Berechnung auf 1 qkm bei 300 m Antennenhöhe eine Energie von 100 bis 150 Kilowatt, also annähernd 200 P.S. sicher zu gewinnen, welche Summe bei 900 m Höhe wohl mit Sicherheit auf etwa das Dreifache erhöht werden kann. Wenn man berücksichtigt, daß dieses Resultat bei sehr niedriger elektrischer Spannung (etwa 100 Voltmeter) und nur bei 300 m Höhe erzielt wird, und daß durch Vergrößerung der Kapazität und durch sonstige neuere Verbesserungen der Apparatur die Ausbeute noch mehr erhöht werden kann, so darf mit Sicherheit gefolgert werden, daß sehr große Mengen elektrischer Energie auf diesem Wege gewonnen werden können, um so mehr, als bei weiteren Versuchen ganz sicher neue Faktoren gefunden werden, die eine Gewinnung von atmosphärischer Elektrizität in noch größerem Maßstabe erlauben. Da auch für den Verbrauch innerhalb 24 Stunden nicht stets die gleiche Belastung anzunehmen ist, und die Kondensatorenbatterien möglichst groß gewählt werden können, so kann man immerhin auch bei geringerer Sammlung mit der Zeit Strom aufspeichern und nach Bedarf verwenden. In letzter Zeit ist es nun gelungen, ein neues Schaltungsschema für die Kondensatorenbatterien

Zu  
gewinnende  
Energie-  
mengen auf  
1 qkm.



auszuarbeiten, das ermöglicht, große Mengen atmosphärischer Elektrizität aufzuspeichern und von diesen je nach Bedarf große oder kleine Mengen zu entnehmen, etwa in der Art, wie jetzt aus einem mit gewöhnlichem Wechselstrom gespeisten Transformator von 100 Kilowatt in paralleler Schaltung ein wattloser Strom für eine kleine Lampe oder einen Motor entnommen werden kann, ohne befürchten zu müssen, daß er ein Durchbrennen der Lampe bzw. einen Kurzschluß hervorruft.

Wenn ferner berücksichtigt wird, daß die Messungen der Stromstärke und Elektrizitätsmengen zu Zeiten des Minimums des Potentialgehaltes an atmosphärischer Elektrizität angestellt sind, und der Maximalgehalt um das 3- bis 10fache höher ist, so ist es einleuchtend, daß viel größere Mengen atmosphärischer Elektrizität pro qkm als oben angegeben in Zukunft nutzbar gemacht werden können.

Weitere Entwicklungsmöglichkeiten der Sammlung atmosphärischer Elektrizität.

Eine erhebliche Verbesserung würde noch durch ein Mittel erzielt, das die negativen Ladungen der Luftteilchen zu absorbieren oder zu isolieren vermag und dann durch Induktionswirkung die positive Ladung auf dem Sammler zu erhöhen erlaubt. Der Verfasser denkt nun eine solche Methode gefunden zu haben, wodurch die Neutralisation der positiven Ladungen in der Luft in der Weise verhütet wird, daß die negative Ladung auf dem Sammler eine erhöhte positive Ladung durch Induktionswirkung mit umgekehrten Zeichen (+) hervorzurufen imstande ist. Da aber diese Versuche noch nicht völlig abgeschlossen sind, so sei bisweilen nur auf diese Möglichkeit hingewiesen.

Theoretische Unterlagen.

Um aber die Wichtigkeit dessen zu beweisen, gebe ich in knapper Form die theoretischen Unterlagen für die Bildung erdelektrostatischer Felder, für die Ionisation und für den vertikalen Leitungsstrom, wie sie die heutige Wissenschaft auf Grund verschiedener Hypothesen und hierzu vorgenommener Erklärungsversuche festgelegt hat.

Bildung elektrostatischer Felder.

Es wird angenommen, daß in der die Erde umgebenden Atmosphäre (mehrere km hoch) ein elektrostatisches Feld besteht. Die Erde selbst scheint bis auf seltene Ausnahmen stets negativ gegenüber der Atmosphäre geladen zu sein. Es ist festgestellt, daß in weitaus überwiegenden Fällen an den klimatisch verschiedensten Orten das Potential der Luft höher als das der Erde ist. Daraus folgt, daß das Potential der Luft also, auf das der Erde als Nullpunkt bezogen, positiv ist. Als negativ erweist es sich nur in solchen Fällen, wo offenbare Störungen, wie Niederschläge, gewittrige Bewölkung, Staub u. dgl. auftreten. In den meisten Fällen ist in der

Atmosphäre gut 90% des positiven Potentials vorhanden. Dieses Potential, oder richtiger diese Potentialdifferenz zwischen Luft und Erde, ist um so größer, je höher der Punkt, dessen Potential wir durch Messung festzustellen wünschen, über der Erdoberfläche gelegen ist. Ferner ist festgestellt, daß die Richtung der elektrischen Kraftlinien im allgemeinen senkrecht zur Erdoberfläche verläuft, also mit der Lotlinie zusammenfällt. Die Kraftlinien müssen also stets senkrecht die im allgemeinen parallel zum Erdboden verlaufenden Potentialflächen oder elektrostatischen Potentialflächen schneiden. Ferner hat es sich gezeigt, daß, solange wir einzelne Punkte in Betracht ziehen, die in mäßiger Höhe über dem Erdboden liegen, das Potential linear ansteigt, das Feld also homogen anzunehmen ist. Man ist übereingekommen, den Zuwachs des Potentials pro Meter Erhebung über die Erdoberfläche zur Charakterisierung der Intensität des Erdfeldes in Volt ausgedrückt anzugeben. Solcher Spannungsunterschied pro Meter Erhebung wird als das Potentialgefälle bezeichnet. Das gleiche gilt auch für die höheren, nur für den Ballon erreichbaren Schichten der Atmosphäre. Es läßt sich auch in solchen Höhen das Feld als homogen auffassen, und wieder ist der Potentialunterschied zwischen zwei Punkten, die einen Höhenunterschied von 1 m aufweisen, konstant, wenn wir von zufälligen, sprungweisen, durch Staubschichten, Wolken u. dgl. hervorgerufenen Veränderungen absehen. Das Potentialgefälle ist auch ein Maß für die Intensität der elektrischen Kraft, die dort herrscht. Wir würden diese Kraft in absoluten Einheiten erhalten, wenn wir das in Volt pro Meter Erhebung gemessene Potentialgefälle auf absolute statische Einheiten (st. E.) und auf den qcm beziehen, was durch Multiplikation mit  $\frac{1}{3} \cdot 10^{-4}$  geschieht.

Der praktische Wert des Potentialgefälles in der Nähe des Bodens ist im Sommer etwa 100 Voltmeter, im Winter aber 300 Voltmeter und ändert sich mit der Höhe nur um Beträge, die hier vernachlässigt werden können. Er unterliegt ferner periodischen, jährlichen und auch täglichen Schwankungen sowie zeitweise auftretenden Störungen. Da die Potentialflächen die Unebenheiten des Bodens möglichst auszugleichen suchen und sich über Erhebungen zusammendrängen, über Senkungen jedoch größere Abstände haben als in der Ebene, so sind die Werte des Potentialgefälles hier größer bzw. kleiner als in der Ebene (siehe Fig. 80).

Ferner ist bekannt, daß die Luft elektrische Leitfähigkeit besitzt. Dieses wird auf Grund von Hypothesen erklärt, nach denen ein Bruchteil an sich elektrisch neutraler Gasmoleküle infolge äußerer Ursachen durch Abspalten des elektrischen Elementarquantums zu positiven

Ionisation.

Ionen wird, während die freien negativen Ladungen, die Elektronen, allein oder nach Anlagerung an ein neutrales Molekül, als negative Ionen bezeichnet werden können. In der Wissenschaft nennt man diesen Prozeß Ionisation. Als Ursache solcher Ionisation der Atmosphäre kommt in erster Linie bis zu einem gewissen Grade der Gehalt der Luft an radioaktiven Substanzen in Betracht, dann weiter photoelektrisch wirkende, sowie ultraviolette u. dgl. noch nicht näher erforschte, unbekannte Strahlen, sogenannte Hallwachseffekte. Die im Erdboden verbreiteten radioaktiven Stoffe, Radium, Thorium und Aktinium, entwickeln gasförmige radioaktive Emanationen, die sich in der Atmosphäre verbreiten, sich in radioaktive Induktion umwandeln und dadurch die Ionisation der atmosphärischen Luft hervorrufen. Die Aktinium-Emanation spielt wegen ihrer Kurzlebigkeit (Halbwertszeit 3,9 Sek.) eine nur untergeordnete Rolle. Diese Induktionen müssen sich bis zu einem gewissen Grade (Ra A, Th A) wie positive Ionen verhalten, wenigstens lassen sie sich auf negativ geladene Leiter niederschlagen und dort sammeln.

Außer der Ionisation durch radioaktive Stoffe ist die durch Hallwachseffekte hervorgerufene sehr in Betracht zu ziehen. Bekanntlich besteht der Hallwachseffekt darin, daß zahlreiche Metalle und auch andere Körper unter dem Einflusse des Lichtes eine negative Ladung mehr oder weniger rasch verlieren. Alle diese Erscheinungen verursachen die Ionisation und damit die Leitfähigkeit der atmosphärischen Luft. Unter dem Einfluß des elektrostatischen Feldes wandern die auf diese Weise gebildeten Ionen mit einer spez. Wanderungsgeschwindigkeit und transportieren so ihre Ladungen<sup>1</sup>. Die dadurch auftretende Leitfähigkeit ergibt als:

$$\lambda = \varepsilon (\overset{+}{n}\overset{+}{v} + \overset{-}{n}\overset{-}{v}) \text{ st. E.},$$

worin  $n$  die Zahl der Ionen pro  $\text{cm}^3$  angibt mit je nach dem Index positivem oder negativem Vorzeichen,  $v$  die spez. Geschwindigkeit, also die Geschwindigkeit in  $\text{cm}/\text{sek.}$  bei einem Gefälle von  $\frac{1 \text{ st. E.}}{\text{cm}}$  und  $\varepsilon$  die Ladung des Elementarquantums.  $\varepsilon$  besitzt den Wert von etwa  $4,7 \cdot 10^{-10}$  st. E. Die Zahl der beweglichen Ionen in den unteren Schichten der Atmosphäre  $\overset{+}{n}$  und  $\overset{-}{n}$  beträgt etwa je 1000 pro  $\text{qcm}$ , wobei aber  $\overset{+}{n}$  im allgemeinen etwas größer ist als  $\overset{-}{n}$ . Die spez. Geschwindigkeit  $\overset{+}{v}$  und  $\overset{-}{v}$  ist, von den sehr trägen Molionen abgesehen, der Größenordnung nach  $1 \frac{\text{cm./sek.}}{\text{Volt/cm.}}$  oder hat bei Einführung der

<sup>1</sup> Dr. M. Dieckmann. Experimentelle Untersuchungen aus dem Grenzgebiet zwischen drahtloser Telegraphie und Lufterlektrizität, I. Teil, Seite 8.



elektrostatischen Spannungseinheiten rund den Wert 300 (im allgemeinen ist  $\bar{v}$  etwas größer als  $\check{v}$ ). Daraus berechnet man den Betrag der Leitfähigkeit der Größenordnung nach wie folgt:

$$\begin{aligned}\lambda &= 4,7 (1000 \times 300 + 1000 \times 300) \cdot 10^{-10} \\ &= \approx 3,0 \times 10^{-4} \text{ st. E.}\end{aligned}$$

Treffen entgegengesetzte geladene Ionen zusammen, so erfolgt eine Wiedervereinigung und Neutralisation.

Besteht nun in einem Luftvolumen, das gleich viel positive und negative Ionen enthalten möge, ein stationärer Zustand, d. h. ist die Zahl der pro Sekunde neu gebildeten Ionen gerade so groß geworden wie die Zahl der durch Wiedervereinigung verschwindenden, so wird:

$$n = \sqrt{\frac{q}{\alpha}}$$

wobei  $q$  die Ionisationsstärke und  $\alpha$  den Koeffizienten der Wiedervereinigung bedeutet.

Aus oben Gesagtem geht hervor, daß in der Praxis bei Gewinnung von atmosphärischer Elektrizität alles vermieden werden muß, was die Vereinigung von negativen Ionen mit positiven erleichtert; je größere Mengen atmosphärischer Elektrizität mit gegebenen Antennen und Sammelballons gesammelt werden sollen, desto mehr müssen diese die Eigenschaft besitzen, die negative Ladung verlieren und dadurch die positive sammeln oder aber durch Induktion auch die negativen Ladungen ausnutzen zu können.

In weiterem ist es wichtig, festzustellen, wie groß der gesamte vertikale Leitungsstrom sein kann, der unter dem Einfluß des atmosphärischen Potentialgefälles und der Leitfähigkeit der Luft entsteht. Seine Stärke in der Luftmasse über einer flachen Ebene — ohne aufgestellte metallische Leiter oder dergleichen als Antennen oder Sammler — läßt sich theoretisch pro qcm bestimmen, indem man die positive Elektrizitätsmenge, die entsprechend der Richtung des Gefälles aus der Atmosphäre zur Erde fließt, zugrunde legt. In Wirklichkeit sind die Stromstärken sehr klein. Bei einem Potentialgefälle von 100 Voltmetern oder  $\frac{1 \cdot \text{st. E.}}{300 \cdot \text{cm}}$  und einer Leitfähigkeit von:

Vertikaler  
Leitungs-  
strom.

$$\lambda = 3 \cdot 10^{-4} \text{ st. E. (siehe oben)}$$

wird ein Strom  $i$  auftreten von der Stärke:

$$i = 3 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{1}{300} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ st. E.}$$

oder in elektromagnetischem Maßstabe:

$$3,3 \cdot 10^{-16} \frac{\text{Amp.}}{\text{cm}^2}$$

Man bezeichnet diese Stromdichte als den Vertikalleitungsstrom in der Luft bei normalen Verhältnissen. Dieser normale Vertikalleitungsstrom kann aber erheblich vergrößert werden, wie direkte Messungen erwiesen haben. Diese direkten Messungen des Vertikalstromes sind eigentlich früher erfolgt als die Berechnungen aus dem Gefälle und Leitvermögen. Die ersten Messungsversuche, die Intensität eines Stromes, der beispielsweise in einen Baum eintritt, galvanometrisch zu bestimmen, liegen schon Jahrzehnte zurück. Es wurde damals schon festgestellt, daß der in einen Baum eintretende Strom beträchtlich höhere Elektrizitätsmengen auf 1 qcm Fläche aufweist als der Vertikalstrom in der Luft über einer Ebene sie nach der oben angegebenen Berechnung aufweisen kann.

Strommengen  
in  
metallischen  
Linear-  
antennen.

Ebenso geben aber auch Linearantennen bedeutend größere Strommengen. So gibt schon z. B. eine nur 45 m hohe Linearantenne Stromstärken von  $10^{-9} \frac{\text{Amp.}}{\text{qcm}}$  statt wie oben:  $3,3 \cdot 10^{-16} \frac{\text{Amp.}}{\text{qcm}}$ .

Das oben Gesagte ist ein klarer Beweis dafür, daß die theoretische Berechnung der Dichte des Vertikalstromes für atmosphärische Luft in der Ebene nicht als Unterlage für die praktische Gewinnung dienen kann, und daß bei Verwendung metallischer Antennen ganz andere Koeffizienten und, weil eben gänzlich andere Bedingungen vorliegen, auch ganz andere Energiemengen zu erzielen sind. Wäre dies nicht der Fall, so könnte eine großtechnische Gewinnung von atmosphärischer Elektrizität nicht in Betracht gezogen werden. Die Gesamtladung der Erde wäre nach der theoretischen Berechnung nur so klein, daß eine praktische Ausnutzung nicht lohnend wäre.

Für die verschiedensten Gegenden wird auf Grund zahlreicher Beobachtungen als mittlerer Wert für das Potentialgefälle

$$\frac{\delta v}{\delta n} = 100 \text{ Voltmeter}$$

angegeben und daraus für den Leitungskoeffizienten:

$$\eta = -2,7 \cdot 10^{-4} \text{ st. E.}$$

Gesamtladung  
der Erde.

(der elektrische Druck  $2\pi\eta^2$  beträgt also im Durchschnitt pro qcm  $4,5 \cdot 10^{-7}$  Dyn.). Versuchte man nun danach die durchschnittliche Gesamtladung der Erdoberfläche einzuschätzen, so würde diese nur  $10^{15}$  st. E. oder in elektromagnetischem Maßstabe  $= 3 \cdot 10^5$  Coulomb betragen, was zu gering wäre, um den Bedarf an Energie auch nur zu einem kleinen Teile zu decken. Der Grund für den Erfolg der oben angegebenen praktischen Versuche liegt darin, daß durch Hebung von Sammelballons mit großer Oberfläche, statt wie bisher nur mit Spitzen, das elektrostatische Kraftfeld verändert und die Kraftlinien an der

Spitze stark zusammengedrückt werden. Außerdem gestattet einmal die Verwendung von geeigneten Radium-, Polonium- und dergleichen Präparaten in den Sammlern, die Ionisation und Leitfähigkeit der Atmosphäre stark zu erhöhen, und zum andern die Anwendung von Metallen, welche die negative Ladung leichter als die positive verlieren, den Sammel- und damit auch den Stromeffekt erheblich zu vergrößern. Die Folge davon ist, daß der unter Verwendung von Linearantennen gewonnene Strom eine viel größere Stärke pro qcm besitzt als der theoretisch vertikal auf die Ebene wirkende Vertikalstrom. Verbindet man den metallischen Luftantennenleiter während längerer oder kürzerer Zeit periodisch mit der Erde (auf diese Weise wird diese Verbindung laut vorliegender Erfindung erzielt), so fließt die ganze gesammelte positive Ladung in Form von Strom zur Erde; dadurch aber wird die Sammelballonfläche entladen. Es bildet sich nun im Sammelleiter eine sogenannte elektrische Leere, der zufolge die, die Sammelfläche umgebenden, negativen Ladungen durch Induktion eine neue positive elektrische Ladung bilden (also eine negative Ladung bildet durch Induktion eine Ladung mit umgekehrten Vorzeichen). Dieselbe wird wieder durch kurzfristigen Kurzschluß zur Erde entladen, und das Spiel fängt von neuem an usw.

Theorie der  
Sammlung  
durch Funken-  
strecken im  
Arbeitskreis.

Nur durch Annahme der oben ausgeführten Theorie ist das praktische Resultat der angegebenen Strommengen denkbar. Verbindet man aber die Leitung direkt mit der Erde, so tritt eine solche Erscheinung nicht ein, da die wechselnde Induktionswirkung nicht vorhanden sein kann, und die Strommengen nur durch Ionenladung, die den Leiter trifft, gebildet werden können. Das oben Gesagte gibt aber die volle Hoffnung, daß durch weiteres Studium der Sammelballons meines Systems sowie ihres Zusammenschlusses zu Arbeitskonturen in Zukunft die Sammlungsmengen noch erheblich erhöht werden. Immerhin sind die oben angegebenen Zahlen praktisch schon durchaus zu verwerten. Ebenso kann, wie schon gesagt, durch geeignetes Einschalten von genügend großen Kondensatorbatterien sowie durch die Zahl der Sammelballons die Sammlung gleichfalls vergrößert werden, um so mehr, da alle oben gemachten Angaben auf das Minimum des Potentialgefälles berechnet sind. Beim Maximum kann die Kraftmenge um das Vielfache vergrößert werden, wenn bei Konstruktion der Anlage die nötigen Vorsichtsmaßregeln angewendet sind.

Oben habe ich angegeben, welche Gesamtstrommengen gewonnen werden können, ohne die Erklärung dafür zu geben, aus welchen Stromarten sich der gewonnene Strom zusammensetzt, und aus welchen Ursachen heraus er entstanden ist.

Entstehungs-  
ursachen des  
gewonnenen  
Stromes.



In erster Linie kommen folgende drei Arten dafür in Betracht:

1. Ausgleichstrom,
2. Kollektorstrom,
3. Hallwachsstrom.

Wenn man sich für die Berechnung einer geerdeten Antenne bei Schönwetterlage und Windstille den Stromcharakter  $J$  vorstellt, so erhält man durch Zusammenstellung der Komponenten des Gleichstromes als Summe die Formel:

$$J = J_1 + J_2 + J_3 + \dots \dots \dots J_n$$

ohne sich darauf einzulassen, daß einzelne Glieder  $J$  bis  $J_n$  durch verschiedene Ursachen entstanden sind und in verschiedener Weise von den Dimensionen der Antenne abhängen. Im weiteren werden die drei verschiedenen Ursachen der Strombildung in der Antenne näher erläutert:

**Ausgleichstrom:** Wenn ein atmosphärisches Luftleitergebilde mit dem Erdboden metallisch durch eine Leitung  $L$  (Fig. 81,  $A =$  linearer, vertikaler Leiter, Antenne) verbunden wird, so bildet es gewissermassen einen Teil der Erdoberfläche und deformiert die Potentialflächen in der in der Abbildung skizzierten Weise. Die Flächen, zwischen denen gleich große Potentialdifferenzen bestehen — in Fig. 81,  $A$  z. B. je 100 Volt —, drängen sich über der Spitze zusammen, so daß dort größere Gefällwerte auftreten müssen. Während sonst z. B. die Fläche, deren Punkte eine Potentialdifferenz von 1000 Volt gegen die Erde haben, in 10 m Abstand vom Boden verläuft, einem Potentialgefälle von

$$\left(\frac{d v}{d h}\right) \text{ Boden} = 100 \frac{\text{Volt}}{\text{Meter}}$$

entsprechend, sei diese Fläche nur etwa 1 m von einer Antennenspitze entfernt. Dies würde dann einem mittleren Gefälle von

$$\frac{d v}{d h} \text{ Spitze} = 1000 \frac{\text{Volt}}{\text{Meter}}$$

also dem zehnfachen Betrage entsprechen. Nach dieser Annahme muß durch den Erdungsquerschnitt des Antennenleiters ein Strom fließen, der nahezu gleich dem Strom angenommen werden kann, der durch den an dieser Stelle definierten Antennenluftquerschnitt geht. Bezeichnet  $i$  den normalen, vertikalen Leitungsstrom und  $l$  die Höhe der Antenne, so gelten annähernd die folgenden Formeln<sup>1</sup>:

$$J_1 = \frac{\pi}{4} \cdot i \cdot l^2 \text{ Ampere (bei Linearantenne)}$$

$$J_1 = \pi \cdot i \cdot l^2 \text{ Ampere (bei Schirmantenne; unsere Ballonantennen s. Fig. 82).}$$

<sup>1</sup> Dr. M. Dieckmann I. Teil, S. 53 und 56. Vgl. diese Abhandlung S. 111.

Selbstverständlich hängt dieser Strombetrag in hohem Maße vom Material des Leitungsdrahtes, von seiner Oberflächenbeschaffenheit usw. ab.

**Kollektorstrom:** Die zweite Ursache der Strombildung ist weniger einfacher Natur, denn der Antennenleiter kann sich mit seiner Umgebung auch dann elektrisch ausgleichen, wenn das Medium von sich aus keine elektrische Leitfähigkeit besitzt. Nur die Oberfläche des Leiters darf Kollektorwirkung zeigen. Es sei beispielsweise eine Linearantenne angenommen, die an ihrem oberen Ende in zahlreiche scharfe Spitzen ausläuft. Wenn nun das Potentialgefälle, das in die Nachbarschaft des oberen Endes hineinreicht, große Werte besitzt, so wird eine stille Entladung einsetzen und ein Strom in der Antenne auftreten. Daß das so zustande gekommene Stromglied  $J_2$  wegen der geänderten Leitfähigkeit der Luft nicht ohne jeden Einfluß auf  $J_1$  (Ausgleichstrom) bleibt, ist klar. Zur Hervorhebung des Unterschiedes nennen wir diesen Strom Kollektorstrom.

Während wegen der annähernd praktischen Konstanz des Produktes: „Potentialgefälle mal Leitfähigkeit gleich vertikaler Leitungsstrom“ der Ausgleichstrom ziemlich unabhängig von dem jeweiligen Wert des Potentialgefälles erscheint, hängt der Kollektorstrom in hohem Grade von dem jeweiligen Werte des Potentialgefälles ab.

Da in gegebenem Falle die Wirkung des Kollektorstromes nicht gering ist, so wird das Glied  $J_2$  (Kollektorstrom) seinerseits in mehrere Teilglieder  $J_n$  zerfallen, von denen nur zwei Teilglieder wesentlich sein dürften.

Das erste Teilglied wird von der schon erwähnten Spitzenwirkung abhängen, die sogar einen sehr bemerkenswerten Einfluß haben wird. Bei den Antennen wird es sich in der Praxis nicht ganz vermeiden lassen, daß an verschiedenen Stellen des Drahtmaterials schärfere Kanten, Knicke usw. auftreten. Je schärfer die Spitze ist, desto geringer wird der Wert des benachbarten Potentialgefälles sein, das zum Auftreten der Kollektorwirkung führt. Man kann sich den Vorgang jedenfalls so vorstellen, daß bei niedrigen Werten des Potentialgefälles nur die äußersten und schärfsten Spitzen als Kollektor wirken, und daß bei steigenden Werten des Gefälles, je nach Überschreiten des für jede Stelle spezifischen Schwellwertes, auch weniger exponierte Spitzen an der stillen Entladung beteiligt werden. Daraus folgt, daß ein stetes Schwanken des Potentialgefälles so zu einem unsteten Schwanken des Kollektorstromes führen wird.

Der Wert dieses Kollektorstromes  $J_n$  wird wegen der Feldstörung in erster Linie der Höhe der Antenne 1 proportional sein; er wird

weiter abhängig sein von dem jeweiligen Überschuß des Potentialgefälles  $\frac{dv}{dh}$ , vermindert um einen unwirksam bleibenden Betrag  $a$  und endlich von einem Faktor  $A_1$ , der die Antennenoberfläche hinsichtlich ihrer Spitzen charakterisiert, so daß annäherungsweise folgende Formel gilt:

$$J_{2_1} = A_1 \cdot l \cdot \left( \frac{dv}{dh} - a \right) \text{ Ampere.}$$

$A_1$  erhält somit die Dimension einer Leitfähigkeit und kann experimentell abgeschätzt werden.

Das zweite wesentliche Teiglied des Kollektorstromes ist bedingt durch die auf der Oberfläche der Antennen niedergeschlagenen, radioaktiven Induktionen. Gerade so wie ein Poloniumkollektor für einen schnelleren Ausgleich sorgt, übernimmt hier die gesamte Oberfläche der Antenne, wenn auch an verschiedenen Stellen in verschiedenem Grade, die Ausgleichwirkung. Da die radioaktiven Induktionen sich wie positiv geladene Ionen zu verhalten scheinen und so gleichfalls längs der Strömungslinien auf der Oberfläche der Antennenleiter wandern, kann man für diesen Teil des Kollektorstromes folgende Formel ansetzen:

$$J_{2_2} = \frac{\pi}{4} \cdot l^2 \cdot A_2 \text{ für Linearantennen, und}$$

$$J_{2_2} = \pi \cdot l^2 \cdot A_2 \text{ für Schirm- oder Ballonsammelantennen.}$$

$A_2$  bedeutet dabei den Sättigungsstrom, der die durch den qcm des Luftquerschnittes gehenden radioaktiven Induktionen beim Zerfall im Gleichgewicht erhalten kann. Für den geringen Abstand vom Antennenleiter, in dem die radioaktiven Substanzen ionisierend wirken, kann man annehmen, daß die zur Aufrechterhaltung des Sättigungsstromes erforderlichen Gefälle bestehen. Es ist wesentlich zu beachten, daß der Teilstrom  $J_{2_2}$  bei kurzdauernden, momentanen Erniedrigungen des Potentialgefälles oder bei Umkehrung des Vorzeichens entsprechende Änderungen erfährt. Bei dauernder Feldumkehr muß, da sich die Induktionen nur an der negativen Elektrode anreichern, das Glied verschwinden. Diese Besonderheiten kommen in der obigen Formel nicht zum Ausdruck. Schwankungen des Luftdruckes dürften ferner auf  $A_2$  nicht ohne Einfluß sein.

Hallwachsstrom: Die dritte Ursache der Stromerzeugung ist durch den Hallwachseffekt gegeben. Bei Belichtung mit ultravioletten Strahlen (Sonnenlicht) treten aus der bestrahlten Oberfläche oder aus dem Antennenleiter negative Ladungen aus. Diese Wirkung ist stark vom Material abhängig. Bei Phosphorbronze scheint sie nicht erheblich zu sein; bei Aluminium und insbesondere bei aus Aluminium - Magnesium - Legierungen hergestellten Drähten sind



höhere Werte zu erwarten und auch durch Versuche von mir festgestellt worden.

Annähernd könnte folgende Formel gelten:

$$J_3 \text{ (Hallwachseffektstrom)} = \frac{0}{2} \cdot A_3 \cdot H \text{ Ampere,}$$

wobei  $A_3$  den pro qcm der bestrahlten Oberfläche auftretenden Strom bei einer mittleren Flächenhelligkeit von  $H$  Einheiten bedeutet. Ist  $H$  nahezu gleich Null (was nachts der Fall ist), so wird das Glied, das stets den aus der Atmosphäre gegen die Erde fließenden Strom angibt, verschwinden.

Zu diesen drei Ursachen für die Bildung des Hauptgleichstroms können bei bedecktem Himmel oder schlechtem Wetter weitere Störungsglieder treten. Bei Regen wird das Vorzeichen der Tropfenladung und der Lenareffekt eine Rolle spielen. Dampf-, Staub- und Schneewolken führen häufig erhebliche Ladungen mit sich oder können auf vorhandene Ionen molisierend wirken.

Gesamtstrom: Sieht man aber von derartigen, ausgesprochenen Störungen ab, so ergibt sich nach den Ausführungen von Dr. M. Dieckmann<sup>1</sup> als Strom im Erdungsquerschnitt folgender Näherungsausdruck für eine Linearantenne:

$$J_L = \frac{\pi}{4} 1^2 i + (A_1 1 \frac{dv}{dh} + A_2 \frac{\pi}{4} 1^2) + \frac{0}{2} A_3 H \text{ Amp.}$$

und für eine Schirmantenne:

$$J_S = \pi 1^2 i + (A_1 1 \frac{dv}{dh} + A_2 \pi 1^2) + \frac{0}{2} A_3 H \text{ Amp.}$$

Die obigen Einzelglieder können selbstverständlich extra formuliert werden, doch ginge eine besondere Anführung über den Rahmen dieser Erörterung. Man begnüge sich mit dem oben aufgestellten Ausdruck für  $J_L$  und  $J_S$ , die die dargelegten Ausführungen zahlenmäßig wiedergeben.

Für die in Gräfelfingen (siehe „Luftfahrt und Wissenschaft“, 2. Heft, Experimentaluntersuchungen, 1. Teil, von M. Dieckmann, S. 37) erbaute etwa 45 m hohe Schirmantenne ist folgender Betrag zu erwarten:

$$J_i = \pi \cdot 4500^2 \cdot 2,0 \cdot 10^{-16} \text{ Ampere}$$

oder ausgewertet:

$$J_i = 1,27 \cdot 10^{-8} \text{ Ampere.}$$

Nach dem Verfasser des genannten Werkes bleibt dieser Strombetrag leidlich konstant und weist im allgemeinen nur verhältnismäßig geringe Schwankungen auf.

Laut Seite 51 des oben genannten Werkes können die radioaktiven Induktionen einer 45 m hohen Linearantenne maximal insgesamt  $1,05 \cdot 10^8$  Ionen pro Sekunde erzeugen. Setzt man diesen

Maximalwert, der wegen der nicht völlig freien Lage der Antenne als Überschlagswert berechtigt erscheint, ein, so berechnet sich zunächst der von diesen Ionen unterhaltene Sättigungsstrom  $J^1$ :

$$J_{2_2}^1 = 4,7 \cdot 10^{-10} \cdot 1,05 \cdot 10^8 \cdot 3,33 \cdot 10^{-10} \text{ Ampere} \\ = 1,64 \cdot 10^{-11} \text{ Ampere.}$$

Aus der oben aufgestellten Formel für Kollektorstrom bei Linearantennen kann man den Wert für  $A_2$  bestimmen, und zwar ist:

$$A_2 = \frac{-4 \cdot 1,64 \cdot 10^{-11}}{\pi \cdot 4500^2} = 1,03 \cdot 10^{-18}.$$

Mit Hilfe von  $A_2$  kann man sich nun weiter mit der früher erläuterten Kollektorstromformel für Schirmantennen die Stärke des Teilstromes  $J_{2_2}$  in der Schirmantenne berechnen. Man erhält:

$$J_{2_2} = 1,03 \cdot 10^{-18} \cdot \pi \cdot 4500^2 = 0,66 \cdot 10^{-10} \text{ Ampere,}$$

d. h. der von den niedergeschlagenen Substanzen unter dem Einfluß des Erdfeldes erzeugte Kollektorstrom beträgt weniger als 1% des Ausgleichstroms und kann daher in der Praxis völlig vernachlässigt werden.

Dies sei zur Erläuterung der theoretischen Berechnung gesagt. Bei praktischen Messungen des Antennenstromes kann aber sofort festgestellt werden, daß die Stromschwankungen des Kollektorstromes (als Hauptstromerzeuger) vom Potentialgefälle abhängig sind, und zwar am besten durch Vergleich der täglichen Kurvenblätter, auf denen die Messungen der Potentialgefälle des Antennenstromes eingetragen sind. Bei einem Potentialgefälle von nur 220 Voltmetern ergibt sich beispielsweise ein Strom:

$$J_{2_1} = 3,9 \cdot 10^{-11} \cdot 4500 \cdot (2,2 - 2,0) \text{ Ampere} \\ = 17,6 \cdot 0,2 \cdot 10^{-8} = 3,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ampere.}$$

Bei 400 Volt ergibt sich aber ein Strom von:

$$J_{2_1} = 3,52 \cdot 10^{-7} \text{ Ampere.}$$

In der Praxis sind vom Verfasser noch höhere Stromwerte beobachtet worden. Zusammenfassend kann man daher sagen:

Erreicht das Potentialgefälle einen hohen Wert, so werden sich bei den oben schon beschriebenen Einrichtungen mit absoluter Sicherheit auch ganz erheblich höhere Stromwerte ergeben.

\* \* \*

Wirtschaft-  
liche Aus-  
blicke.

Ich gebe mich nun der Hoffnung hin, daß aus dem hier Beschriebenen der Eindruck gewonnen wird, daß erstens durch Gewinnung von atmosphärischer Elektrizität eine erhebliche Kraftmenge erzeugt werden kann, zweitens, daß das Verfahren bis zum Bau einer solchen Anlage durchgebildet ist, drittens, daß die

<sup>1</sup> Siehe bereits angezogenes Werk. I. Teil, Seite 55 - 56.

bisherigen Arbeiten die Aussicht auf einen vollen Erfolg gewährleisten. Diese Erfindung wird die größten, bis jetzt noch gänzlich unübersehbaren Folgen nach sich ziehen.

Es dürfte nun eine solche Anlage zu bauen sein, erstens, um den in der Praxis Stehenden die Möglichkeit der Stromgewinnung vor Augen zu führen und zu beweisen, und zweitens, um die nötigen weiteren Versuche zum Bau noch größerer Anlagen vorzunehmen.

In erster Linie wäre ein Stück Flachland nötig, um eine Anlage für 25 bis 100 P.S. bauen zu können. Die Anlage müßte beim Minimum des Potentialgefälles und sonstiger Bedingungen stündlich 25 Kilowatt und beim Maximum ganz erheblich mehr liefern können. Ordnet man nämlich die Antennen nach den neuesten Verbesserungen in einem Ringsystem an und verwendet man Kapazitäten mit einem freien Pol (siehe Beschreibung Seite 42ff.), so genügte zur Erzeugung von 25 Kilowattstunden auch schon die Aufstellung von 10 Antennensammlern. Um die erste Anlage möglichst zu verbilligen und zu vereinfachen, wird die Energie anfangs nur für elektrisches Licht und Wärme oder chemische Reaktionen zu verwenden sein. Nachher ist es stets möglich, Maschinen zu bauen und die Gesamtenergie in mechanische Kraft umzuwandeln. Es würden also folgende einmaligen Auslagen nötig sein:

Zweck einer Anlage.

- |   |     |                      |
|---|-----|----------------------|
| 1. 10 Sammelballons mit Hebe-<br>maschinen und den dazu<br>nötigen Einrichtungen à Mk. 10 000.— | ... | Mk. 100 000.—        |
| 2. Sicherheitseinrichtungen,<br>Transformatoren usw.  | „   | 50 000.—             |
| 3. Kondensatorbatterien und<br>Leitungen  | „   | 50 000.—             |
| 4. Ausgaben für Personal und<br>weitere Versuche  | „   | 100 000.—            |
|   |     | <u>Mk. 300 000.—</u> |

Annähernder  
Kostenan-  
schlag für eine  
Anlage.

Mit diesem Aufwande von Mk. 300 000.— würde man dann im ungünstigsten Falle  $25 \cdot 24 \cdot 360 =$  jährlich 216 000 Kilowattstunden erzeugen können, was bei einem Preise von Mk. —.50 pro Kilowattstunde (heutzutage könnte man einen Preis von Mk. —.75 pro Kilowattstunde für Licht einsetzen)  $\approx$  Mk. 100 000.— Einnahme bedeuten würde. Die jährlichen Ausgaben würden sein:

- |  |           |                     |
|--|-----------|---------------------|
| 1 Ingenieur                                      | ...       | Mk. 10 000.—        |
| 2 Arbeiter                                       | „         | 10 000.—            |
| Sonstige Auslagen, Apparat                       | „         | 10 000.—            |
| Amortisation des Grundkapitals von Mk. 300 000.— |           |                     |
| zu 10% in 10 Jahren                              | $\approx$ | „ 30 000.—          |
|  |           | <u>Mk. 60 000.—</u> |

Es bliebe demnach immerhin ein Reingewinn von Mk. 40 000.— bei einem Grundkapital von Mk. 300 000.—, also rund 13%. Wenn



wir nun bedenken, daß heute die Strompreise für eine Kilowattstunde Mk. —.75 anstatt von uns eingesetzter Mk. —.50 betragen, und daß die mittlere stündliche Ausbeutung nicht mit 25, sondern mit 35 bis 40 Kilowatt veranschlagt werden kann, so ist es selbstverständlich, daß der Reingewinn noch größer oder aber der Energiepreis billiger wird. Nach 10 Jahren würde sich die Anlage wegen Wegfalls der Auslagen für Amortisation noch erheblich vorteilhafter gestalten.

Verhütung  
von  
Blitzschäden.

Ich erlaube mir nun noch, die Aufmerksamkeit auf folgenden Punkt zu lenken, dessen Bedeutung nicht zu unterschätzen sein wird.

Bis jetzt werden jährlich ganz erhebliche Werte durch Blitzschläge vernichtet. Diese Werte können uns erhalten bleiben, wenn Stationen zur Gewinnung atmosphärischer Elektrizität, z. B. über ganz Deutschland verteilt, errichtet sein werden.

Aus einer vom Jahre 1871 ab in Preußen geführten Statistik über die jährliche Anzahl der durch Blitzschlag erfolgten Tötungen erkennt man, daß diese Zahl im Laufe der letzten 40 Jahre beträchtlich gestiegen ist, z. B.:

1872	.. . . .	85 Personen
1882	.. . . .	104 „
1892	.. . . .	140 „
1902	.. . . .	110 „
1912	.. . . .	140 „

Nun ist die Einwohnerzahl von 1872 bis 1912 von 25 auf 42 Millionen gestiegen, immerhin kommen auf eine Million Einwohner im Mittel während des genannten Zeitraumes etwa vier Tötungen bei mittlerer Gewitterzahl, wie von 1500 in Norddeutschland verteilten Stationen gemeldet worden ist. Auch über den durch Blitzschlag angerichteten Sachschaden seien einige Angaben gemacht.

In Deutschland werden jährlich Werte in Höhe von 12 Millionen Mark durch Blitzschlag vernichtet. Von diesen entfallen auf die ländlichen Bezirke mehr als 90%, so daß hier allein jährlich 11 Millionen Mark verloren gehen. Diese Schäden waren während der Kriegsjahre ganz besonders empfindlich, da Vieh und Bodenerzeugnisse vernichtet wurden, die unersetzbar waren. Im Ausland sind noch größere Verluste zu beklagen, so beträgt der in den Vereinigten Staaten in den Jahren 1905 bis 1913 durch Blitzschlag verursachte Sachschaden jährlich durchschnittlich 24 Millionen Mark, außerdem wurden jährlich etwa 500 Menschen getötet, und weitere 1000 erlitten körperlichen Schaden.

Vor allen diesen Schäden bewahrt uns die Ausnutzung der atmosphärischen Elektrizität. Schwere Gewitter können in den Gegenden, in denen solche Stationen erbaut sind, nicht mehr vorkommen. Die

Naturkräfte, die sich sonst frei und zügellos austoben, werden gebändigt und bringen der Menschheit, anstatt Unheil anzurichten, den größten Segen. Deshalb dürfte es die größte Pflicht der Regierung und der Versicherungsgesellschaften sein, in dieser Richtung Hilfe zu bringen, da gewaltige Mengen elektrischer Energie und ungeheure Werte gewonnen werden können. Selbstverständlich hat der erste, der in dieser großen Frage mitwirkt, nicht nur das freudige Gefühl der Tat, sondern auch Aussicht auf die größten Gewinne, denn nach dem Bau der ersten offiziellen Anlage, auch wenn sie nur 25 Kilowatt leistet, wird die ganze Welt dies nachzuahmen wünschen, wird aber die dazu erforderlichen Patente und Rechte kaufen müssen.

\* \* \*

Dies alles weiteren Kreisen zur Kenntnis bringend, hofft der Verfasser, das Interesse für diese neue weltbewegende Erfindung geweckt zu haben. Ein großes und edles Ziel wird angestrebt, und die Resultate versprechen die Lösung des schwierigsten sozialen Problems. Die Menschheit wird frei von der Sorge vor der drohenden Gefahr des Kältetodes, der mit Sicherheit zu erwarten steht, da die Bodenschätze, die sowieso ungleichmäßig unter die Völker durch die Natur verteilt sind, in absehbarer Zeit aufgebraucht sein werden. Es atmen Völker auf, die auch heute schon keine derartigen Güter besitzen, und in vielen Ländern, die mangels dieser Güter für die Menschheit nicht ausgenutzt werden konnten, lassen sich dadurch erträgliche Lebensbedingungen schaffen. Die Menschheit braucht nicht zu frieren, da ihr die Mutter Natur reichlich Energie spendet, der Mensch braucht seine Muskeln nicht mehr anzuspannen, da die Natur für ihn arbeitet, auch braucht er nicht die Dunkelheit zu fürchten, die Natur leuchtet ihm. Schlußwort.

Erst dann kann der Mensch als der durch göttliche Kraft bestellte Herr und Verwalter der irdischen Kräfte betrachtet werden.

In dem Streben nach diesem hohen Ziel fordert die Schrift jeden, der das Wohl der Menschheit aus diesem Problem erwachsen sieht, zur Mitarbeit auf.





# Anhang.

## Letzte Fortschritte auf dem Gebiete der Sammlung von atmosphärischer Elektrizität.

Nach der bisherigen Beschreibung dienten als Sammler an allen Seiten geschlossene Metallballons. Diese werden jedoch nicht allen an sie gestellten Anforderungen gerecht. Verbesserungen  
der  
Sammelballons.

Wenn z. B. bei Veränderung der Temperatur der innere Gasdruck wechselt, so wird die metallische Ballonhülle entweder reißen oder zusammengedrückt. Dies kann man vermeiden, wenn man in die äußere Ballonhülle ein Ballonet, wie bei den gewöhnlichen Zeugballons, hineinbringt.

Das im Innern des Sammlers befindliche Ballonet braucht nicht aus Metall zu bestehen, sondern kann aus dem üblichen Ballonstoff hergestellt werden. Unten am Ballonet wird je ein automatisches Aus- und Einlaßventil einmontiert, so daß die Luft bei Erhöhung des Innendrucks aus dem Ballonet entweichen, bei Verminderung aber eindringen kann. Der innere Druck im Ballon wird dann stets gleich dem äußeren in der Atmosphäre sein.

Die Ballone werden mit dem Erdleitungsnetz durch ein Kabel verbunden, das gleichzeitig auch als Befestigungsseil dient. Durch eine kardanische Aufhängevorrichtung mit Kugellagern werden Ballon und Seil aneinander befestigt. Dadurch kann sich der Ballon frei drehen, während eine Drehung des Seiles vermieden wird. Durch diese Vorrichtung und durch die Anwendung von Ballonets wird die Sicherheit solcher Sammelballons bedeutend erhöht.

Wie früher beschrieben (S. 16 und 44) dienten zum Auffangen von atmosphärischer Elektrizität geschlossene Ballons, deren Hülle aus dünnen Blechen eines Leichtmetalls bestand. Metallisierte  
Sammelballons.

Es wurde nun festgestellt, daß man auch ohne eigentliche Ballonhülle auskommen kann, wenn man nur die Oberfläche der Ballonets so gestaltet, daß eine vollständige Ableitung der gesammelten Elektrizität zur Erde gewährleistet wird. Dies kann auf folgende Weise erfolgen:

Die Ballonets aus gummiertem oder lackiertem Stoff werden auf der Oberfläche entweder direkt nach dem Schoopschen Verfahren mit einer dünnen Schicht eines gutleitenden Metalls (z. B. Aluminium, Magnesium, Kupfer, aber auch Bronze u. dgl. Legierungen) überzogen, oder sie werden mit einem grobmaschigen Drahtnetz von 10 bis 1000 qcm Maschenfläche umgeben; die Maschenzwischenräume werden dann nach dem oben genannten Spritzverfahren metallisiert, und zwar in solcher Weise, daß ein inniger elektrischer Kontakt zwischen dem Drahtnetz und der dünnen Metallschicht besteht. Das Metallnetz endigt unten in einem festen Metallring in der Weise, daß eine gutleitende Verbindung zwischen den Drähten des Netzes und diesem Metallring besteht. Letzterer dient gleichzeitig zur Befestigung der Erdleitungsstrosse bzw. des Korbes.

Statt des Netzes kann man auch Längsrippen, dünne Metallstreifen um den Ballon legen, die dann durch Auflöten eines oder mehrerer Querstreifen verbunden werden, so daß die Oberfläche in gleicher Weise netzförmig in gleichmäßige Sektionen geteilt ist und eine sichere metallische Verbindung nach dem Erdleitungskabel besteht. Anstatt die Oberfläche nach dem Schoopschen Spritzverfahren zu metallisieren, kann man auch metallische Bronzepulver vermittle Lacken (z. B. Zellonit, Acetzellulose u. dgl.) auftragen. Es werden in diesem Falle die Flächen zwischen den Maschen mit dem Metallack, der möglichst viel Metallpulver enthalten muß, dick überstrichen und die Oberfläche nach dem Trocknen des Lackes durch Behandlung mit einem Lösungsmittel von der Lackschubstanz befreit, so daß das Metall freiliegt.

Die Bronzierung kann aber auch in der Weise ausgeführt werden, daß der Ballonstoff mit einem Lack überstrichen wird und das Metallpulver vor dem Trocknen desselben durch Tupfer oder einen Zerstäubungsapparat aufgetragen wird.

Der Vorteil des Metallisierens besteht darin, daß verschiedene Metalle nicht nur in Legierungen, sondern auch in Mischungen angewendet werden können.

Verwendung  
von zwei ver-  
schiedenemMet-  
tallen für die  
Metallisierung  
von Ballon-  
flächen.

Es wurde nämlich gefunden, daß bei Verwendung von zwei verschiedenen in der elektrischen Reihe möglichst weit voneinander stehenden Metallen der Kollektoreffekt ein erheblich größerer ist, als wenn zu dem Überzug nur ein Metall verwendet wird. Und zwar wird dieser Effekt erzielt sowohl beim Metallisieren mit Metallack als auch wenn eine Metallegierung oder wenn zwei Metalle gleichzeitig nach dem Schoopschen Spritzverfahren auf die Ballonfläche aufgespritzt werden. Es werden dadurch anscheinend die positiven Ladungen der atmosphärischen Elektrizität angezogen bzw. die Luft weitgehender als sonst ionisiert. Es hat sich gezeigt, daß die Ionisierung bzw. der

Sammeleffekt desto größer ist, je größer der Potentialunterschied zwischen den beiden verwendeten Metallen ist. Daraus folgt, daß durch eine solche metallische Ballonoberfläche auch ohne Anwendung von Spitzen ein guter Sammeleffekt erzielt werden kann, um so mehr, wenn dem Metall oder Lack kleine Mengen Polonium, Radium, Ionium oder sonstige radioaktive oder phosphoreszierende (also strahlende) Substanzen zugefügt werden.

Es ist vorteilhafter, statt der gewöhnlichen runden Ballone, längliche, zigarrenförmige in ähnlicher Weise mit einem Metallnetz zu umspannen und zu metallisieren; denn diese Ballonart läßt sich durch geeignete Vorrichtungen stets mit der Längsachse parallel der Windrichtung und in einem gewissen Winkel zur Ankertrasse einstellen, wodurch der Winddruck auf ein Minimum beschränkt wird. Infolgedessen wird die Gefahr des Reißens erheblich kleiner und somit auch das erforderliche Kabelgewicht geringer. Ferner können die Ballonetansätze so gebaut werden, daß dieselben durch den Wind aufgeblasen und dadurch stramm gehalten werden.

Auch kann man an den Längsseiten der Ballone Tragflächen, die gleichfalls metallisch leitend gemacht sind, anbringen. Dadurch wird erstens eine Vergrößerung der für die Sammlung der Elektrizität wichtigen Oberfläche erreicht, und zweitens werden solche drachenartige Ballons teilweise vom Wind getragen, so daß ein kleineres Gewicht durch den Auftrieb zu heben ist. Dies bedeutet aber eine wesentliche Verbilligung.

Um gleichzeitig auch die Reibungsenergie des Windes auszunutzen, kann man auch auf die metallisierten Ballonflächen Flecken oder Streifen von 0,5 bis 10 cm Breite von nicht leitenden und durch Reibung Elektrizität erzeugenden Stoffen (z. B. Schichten von Hartgummi, Cellon- u. dgl. Lacken, allein oder nach Zusatz von Glas-, Glimmer- u. dgl. Pulvern) anbringen. Hierdurch wird der Wind, der in Höhen von 1000 und mehr Metern über der Erdoberfläche in der Regel eine ziemlich hohe und gleichmäßige Geschwindigkeit besitzt, wenn er an dem Ballonkörper entlang streicht, einen Teil seiner Energie in Form von Reibungselektrizität an die Ballonhülle abgeben. Hierdurch wird aber der Sammlungseffekt wesentlich erhöht.

Nach den Fig. 46—49 wurden die Leitungen für das Sammelnetz auf der Erde als gewöhnlicher geschlossener Ring mit oder ohne Einschaltung von Kondensatorenbatterien ausgeführt. Im weiteren wurde durch die unipolare Einschaltung der Antennen (S. 43—46) eine Vervollkommnung der Sammelleitung auf der Erde erzielt.

Zigarren-  
förmige  
Ballone.

Gleichzeitige  
Ausnutzung  
der  
Windenergie.

Fortschritt im  
Bau der Lei-  
tungen für das  
Sammelnetz  
auf der Erde.



Nun wurde noch gefunden, daß man erstens die Sammlung atmosphärischer Elektrizität steigern und zweitens in dem Sammelnetz auf der Erde ein Wechselfeld erzeugen kann, wenn die Netzleitung, die die Sammelballons untereinander verbindet, nicht als einfache Ringleitung, sondern über Liebig- oder sogenannte Audionrohrspulenförmig kurz geschlossen wird. Hierdurch können außerdem sogar die in höheren Schichten der Atmosphäre auftretenden elektrischen Kräfte durch Induktion direkt gewonnen werden. In Fig. 83—85 ist die Ausführungsform gezeichnet, an Hand derer die weiteren Unterlagen des Verfahrens näher erläutert werden.

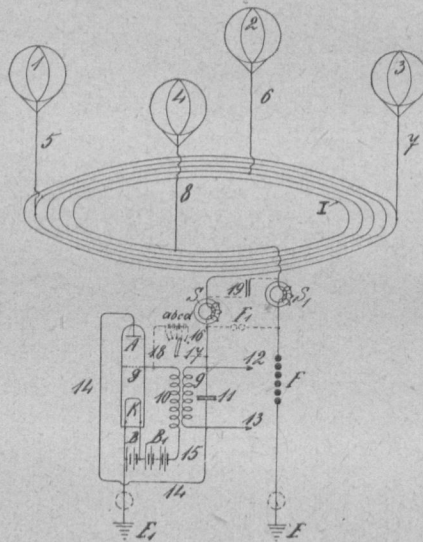


Fig. 83

Auf Fig. 83 sind 1, 2, 3, 4 Sammelballons aus Metall, 5, 6, 7, 8 deren metallische Antennenleiter und I das eigentliche Sammelnetz. Dieses besteht aus fünf Windungen und ist auf Hochspannungsisolatoren montiert, und zwar in der Luft auf Hochspannungsmasten (oder auch bei geeigneter Kabelausführung in die Erde gebettet). Eine Windung besitzt einen Durchmesser von 1—100 km oder mehr. S und  $S_1$  sind zwei Schutzmagnete, F die zweite Sicherungsfunkenstrecke gegen Überspannungen, E deren Erdleitung und  $E_1$  die Erdleitung der Arbeitsstrecke. Durch Ziffer 9—18 ist eine spezielle, noch näher zu erörternde Einschaltungsweise eines Vakuumgitterrohres zur Transformierung der atmosphärischen Elektrizität in ungedämpfte Schwingungen gewünschter Wechselzahl bezeichnet. Wenn nun durch die vier Ballonsammler eine Aufnahme von atmosphärischer statischer Elektrizität erfolgt, so muß der Strom, um zur Erdverbindung  $E_1$

zu gelangen, das Sammlungsnetz spiralförmig über Elektromagnet S, primäre Induktionsspule 9, Leitung 14, Anode A des Audionrohres, glühende Kathode K durchlaufen, da der Weg über Elektromagnet und Sicherungsfunkstrecke F einen erheblich größeren Widerstand aufweist. Dadurch, daß der gesammelte Strom in einer Richtung durchläuft, wird ein elektromagnetisches Wechselfeld im Innern der Sammelnetzspule erzeugt, wodurch die gesamten freien Elektronen im Innern der Spule mehr oder weniger gerichtet werden. Dadurch wird aber eine erhöhte Ionisation der Atmosphäre hervorgerufen. Dies hat wiederum zur Folge, daß die auf den Sammlerballons aufmontierten Spitzen einen erheblich niederen Spitzenwiderstand aufweisen und deshalb erhöhte stille Entladungen zwischen den Spitzen auf dem Ballon und der umhüllenden Atmosphäre hervorgerufen werden. Resultat dieser Erscheinung ist ein erheblich erhöhter Sammlungseffekt. Ein zweiter auf anderem Wege nicht zu erzielender Effekt wird dadurch erreicht, daß das elektromagnetische Wechselfeld, das parallel zum Erdboden verläuft, mehr oder weniger entweder verkleinernd oder vergrößernd auf das erdmagnetische Feld einwirkt, wodurch bei Stromschwankungen in der Sammlerspule stets ein Rückinduktionsstrom mit umgekehrtem Vorzeichen durch den Erdmagnetismus hervorgerufen wird. Wenn nun aber, wie weiter gezeigt wird, in obigem Sammlungsnetz I ein stetig pulsierendes, beständiges Wechselfeld erzeugt wird, so bildet sich auch in der Sammelnetzspule ein Wechselstrom derselben Periode. Da ferner auch dasselbe Wechselfeld im Antennenballon übergeben wird, so wird dadurch dessen Spitzenwirkung erheblich heruntergedrückt, dagegen die Kollektorstromwirkung erheblich erhöht. Ferner wird der Vorzug noch darin bestehen, daß positive Elektronen, die sich auf den Metallflächen sammeln, bei der Umwandlung in dynamischen Strom ein sogenanntes Potentialgefälle der Kollektorfläche hervorrufen. Da ein Wechselfeld vorhanden ist, so werden bei der Entladung der Kollektorfläche die die Sammelflächen umgebenden negativen Ionen auf Grund des Induktionsgesetzes eine Induktion umgekehrten Zeichens auf der Kollektorfläche hervorrufen usw. (also wieder eine positive Ladung).

Außer den oben angegebenen Vorteilen erlaubt die Ausführung der Verbindungsleitungen in Spulenform bei genügend großem Durchmesser eine Ausnutzung auch der in höheren Sphären auftretenden Energieerscheinungen in einfachster Weise. Bekannterweise gehen in großen Höhen sehr oft elektrische Entladungen vor sich, die man als Wetterleuchten oder Polarlicht beobachten kann. Diese Energien konnten aber bis heute nicht ausgenutzt werden. Durch diese Erfindung können nun alle diese Energiearten, da sie elektromagnetischer Natur sind, und die Achsenrichtung der Sammelerspule senkrecht zur Erdoberfläche

steht, mehr oder weniger aufgenommen werden, ebenso wie ein Empfänger der drahtlosen Telegraphie aus weiter Ferne kommende Wellen aufnimmt. Bei einem großen Splendendurchmesser ist es möglich, große Flächen einzuschalten und dadurch auch größere Energiemengen aufzunehmen.

Es ist bekannt, daß große Senderkapazitäten in Sommermonaten sowie in den Tropen sehr oft einen Empfang der Zeichen infolge von Störungen, die durch atmosphärische Elektrizität verursacht werden, unmöglich machen; und dies geschieht schon bei vertikalen Spulen von nur 40—100 m Durchmesser. Verwendet man dagegen horizontale Spulen von 1—100 km Durchmesser, so können durch die in der Atmosphäre beständig erfolgenden Entladungen sehr starke Ströme wahrgenommen werden. Besonders in den Tropen, oder noch besser in Polargegenden, wo beständig das Polarlicht vorhanden ist, können voraussichtlich große Energiemengen auf diese Weise gewonnen werden. Am besten dürfte eine Spule mit mehreren Windungen wirken. In gleicher Weise dürfte jede Veränderung des Erdmagnetismus auf einer solchen Spule induktiv wirken. Es ist gar nicht ausgeschlossen, daß auch Erdbeben und Sonnenprotuberanzen in solchen Sammlerspiralen genügender Größe eine Induktion hervorrufen werden. In gleicher Weise wird diese Sammlerleitung auf Erdströme, besonders, wenn sie nahe der Erdoberfläche oder sogar in die Erde gebettet sind, reagieren. Indem man die früheren Stromsammelarten, soweit sie für das neue System geeignet sind, mit den neuen Stromgewinnungsarten vereinigt, werden die in Form von Elektrizität zu gewinnenden freien Naturenergiemengen erheblich vergrößert.

Um gleichmäßige Stromschwankungen ungedämpfter Natur in der neuen Sammlerspule zu erzielen, werden statt der früher bekannten Funkenstrecken sogenannte Audionhochvakuumrohre in geeigneter Schaltung verwendet (Fig. 83, Ziff. 9 bis 18). Der Hauptantennenstrom läuft über Elektromagnet S (der bei hoher Wechselzahl nicht hier, sondern in der Erdleitung  $E_1$  eingeschaltet wird) und kann über die primären Spulen der Induktionswicklung durch Leitung 14 zur Anode A des Hochvakuumgitterrohres geführt werden. Parallel dem Induktionswiderstand 9 ist eine geeignet große, regulierbare Kapazität, der Kondensator 11, eingeschaltet. In dem unteren Teile des Vakuumgitterrohres ist der Glühfaden der Kathode K eingeschmolzen, der durch Batterie B gespeist wird. Von der Batterie B gehen zwei Abzweigungen: eine zur Erdleitung  $E_1$ , eine über Batterie  $B_1$ , sekundäre Spule 10 zu der Gitteranode g im Hochvakuumrohr. Man kann auch durch die punktiert gezeichnete Schaltungsweise über die von der Hauptstromleitung abgezweigte Leitung 17, Schalter 16 über einige kleine, in Serien geschaltete Kondensatoren (a, b, c, d) und



Leitung 18 eine gewünschte Spannung an der Gitterelektrode g erzeugen, ohne daß die Batterie  $B_1$  benötigt wird.

Die Wirkungsweise des ganzen Systems ist etwa folgende:

Beim Kurzschließen der Verbindungsleiter des Antennensammlernetzes zur Erde wird der Kondensatorpol 11 geladen, und es entstehen in dem aus dem Kondensator 11 und der Selbstinduktionspule 9 bestehenden kurzgeschlossenen Schwingungskreis schwach gedämpfte Schwingungen. Infolge der Koppelung durch Spule 10 finden in dem Gitterkreis 15 am Gitter Spannungsschwankungen in demselben Rhythmus statt, die ihrerseits wieder die Stärke des durch das Hochvakuumverstärkerrohr gehenden Elektrodenstromes beeinflussen und so Stromschwankungen von demselben Rhythmus im Anodenkreis erzeugen. Infolgedessen findet eine dauernde Energiezufuhr zu den Schwingungskreisen 9 und 10 statt, bis sich ein Gleichgewichtszustand einstellt, in dem die verbrauchte Schwingungsenergie gleich der aufgenommenen ist. Dadurch werden nun im Schwingungskreis 9 bis 11 beständige ungedämpfte Schwingungen erzeugt. Für eine regelmäßige Arbeit solcher Schwingungserzeuger sind Hochvakuumverstärkerrohre nötig, auch ist es erforderlich, daß die Gitter- und Anodenspannung einen Phasenunterschied von 180 Grad haben, so daß, wenn das Gitter negativ, die Anode dann positiv geladen ist, und umgekehrt. Dieser nötige Phasenunterschied kann durch die verschiedensten Schaltungen erreicht werden, z. B. durch Verlegen des Schwingungskreises in den Gitterkreis oder auch durch Abtrennung des Schwingungskreises und induktive Koppelung mit den Anoden und dem Gitterkreis usw. Als zweiter wichtiger Faktor bei dieser Art von Umwandlung statischer, atmosphärischer Elektrizität in ungedämpfte Schwingungen ist zu beachten, daß Gitter- und Anodenspannung ein bestimmtes Verhältnis zueinander haben; letzteres kann durch Veränderung der Koppelung und passende Wahl der Selbstinduktion im Gitterkreis oder, wie durch punktierte Linie 18, 17, 16 angegeben, durch eine mehr oder weniger große Zahl in Serien geschalteter Kondensatoren geeigneter Größe erzielt werden; hierbei kann die Batterie  $B_1$  wegfallen. Bei geeigneter Wahl des Gitterpotentials findet zwischen dem Gitter und der Anode A eine Glimmentladung statt, dementsprechend ist am Gitter ein Kathodenfall und -dunkelraum entstanden. Die Größe dieses Kathodenfalles wird durch die Ionen beeinflusst, die im unteren Raum infolge Stoßionisation von der Glühkathode K emittiert werden und durch das Gitter in den oberen Raum hineintreten. Andererseits ist die Zahl der durch das Gitter hindurchtretenden Ionen von der Spannung zwischen Gitter und Kathode abhängig. Führt also die Gitterspannung periodische Schwankungen (wie im vorliegenden Falle)

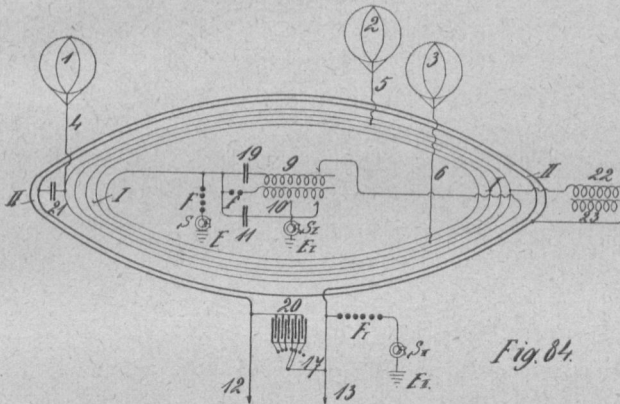
aus, so schwankt die Größe des Kathodenfalles am Gitter und damit auch entsprechend der innere Widerstand der Rohre, und es sind, wenn eine Rückkoppelung des Speisestromes mit dem Gitterkreis vorhanden ist, die nötigen Unterlagen gegeben, um ungedämpfte Schwingungen zu erzeugen und Strom nach Bedarf aus der Sammelleitung abzunehmen. Die Frequenz der erzeugten ungedämpften Schwingungen ist bei entsprechend loser Koppelung gleich der Eigenfrequenz der Schwingungskreise 9 und 10. Durch passende Wahl der Selbstinduktion der Spule 9 und Kapazität 11 kann man von Frequenzen, die elektromagnetische Schwingungen von nur einigen Metern Wellenlänge erzeugen, bis zu den niedrigsten der technischen Wechselströme gelangen. Für größere Anlagen kann eine beliebige Anzahl von Frequenzerzeugerrohren in Form der bekannten Hochvakuumenderrohre von 0,5 bis 2 KW Größe parallel geschaltet werden, so daß in dieser Hinsicht keine Schwierigkeit vorhanden ist.

Die Verwendung solcher Rohre zur Erzeugung von ungedämpften Schwingungen, ebenso die Bau- und Einschaltungsart solcher Senderrohre in einen Akkumulator- oder Dynamokreis ist bekannt, auch daß solche Schwingungserzeugerrohre nur gut bei Spannungen von 1000 bis 4000 Volt arbeiten, dagegen ihre Verwendung bei niedrigen Spannungen erheblich erschwert ist. Durch Anwendung hochgespannter statischer Elektrizität ist diese Art der Erzeugung von ungedämpften Schwingungen gegenüber der durch Funkenstrecken als ideale Lösung zu betrachten, besonders für kleinere Anlagen von 1 bis 100 KW-Stunden-Stärke. Es war nicht bekannt, daß solche Senderrohre zur Umwandlung statischer oder atmosphärischer Elektrizität früher verwendet werden konnten und wie man dieselben einschaltet, da hier kein kurzgeschlossener Stromkreis vorhanden ist. Gleichfalls war nicht vorauszusehen, wie die außerordentlich großen Spannungen wirken würden und wie man diesen Apparat vor Blitzschlägen usw. würde schützen können. Aus diesen Gründen dürfte daher die Verwendung obiger Senderrohre als Erzeuger ungedämpfter Wechselströme in vorliegendem Falle als eine neue Erfindung zu betrachten sein. Durch Anwendung von Sicherungsfunkentrecken mit Einschaltung von Elektromagneten wird nicht nur der Kurzschluß verhütet, sondern auch die Stromabnahme reguliert.

In obiger Weise eingeschaltete Schwingungserzeuger bilden ein beständig wirkendes elektromagnetisches Wechselfeld in der Sammlerspule, wodurch, wie schon oben gesagt, ein erhöhter Sammeleffekt stattfindet. Die Abnahme- oder Arbeitsleitung wird bei 12 und 13 angeschlossen. Es kann aber auch eine Abnahme durch eine sekundäre Spule erfolgen, die irgendwo innerhalb der großen Sammlerspule, also in deren elektromagnetischem Wechselfeld, fest

oder beweglich aufmontiert ist, sofern nur ihre Achsenrichtung parallel zu der der Hauptstromsammlerspule verläuft.

Bei Erzeugung ungedämpfter Schwingungen hoher Wechselzahl (50000 pro Sekunde und höher) in dem Schwingungskreis 9—11 müssen, wenn die hohen Schwingungen nicht in die Sammlerspule dringen sollen, zwischen den Schwingungserzeugern und der Sammlerspule die Elektromagnete S und S<sub>1</sub> eingeschaltet werden. In allen andern Fällen werden dieselben kurz vor dem Erdschluß eingeschaltet (wie in Fig. 84 und 85).



Auf Fig. 84 ist eine zweite Ausführungsart der Verbindungsleitung der Ballantennen in Spulenform dargestellt. Der Hauptunterschied besteht darin, daß außer der Verbindungsleitung I noch eine weitere Ringleitung II auf den Hochspannungsmasten isoliert in der Luft (oder als Kabel in die Erde gebettet) parallel zu der ersteren, beide aber in Spulenform, vorgesehen ist. Die Verbindungsleitung der Ballantennen wird als primäre Leitung oder auch als Stromerzeugernetz bezeichnet; die andere ist das Verbrauchernetz und ist nicht oder nur in unipolarer Schaltung mit dem Stromerzeugernetz verbunden. Auf Fig. 84 ist das Stromerzeugernetz I mit drei Ballonsammlern 1, 2, 3 und Antennenleitern 4, 5, 6 dargestellt; es ist durch Kondensator 19 über Induktionswiderstand 9 kurzgeschlossen. Der Schwingungskreis besteht bei diesem Schema aus Funkenstrecke f, Induktionswiderstand 10 und Kondensator 11; die Erdleitung wird durch E<sub>1</sub> über Elektromagnet S<sub>1</sub> hergestellt. F ist Sicherungsfunkenstrecke, die gleichfalls über einen zweiten Elektromagneten S bei E zur Erde abgeleitet wird. Bei Einschaltung des Kondensatorkreises 11 ladet sich dieser über Funkenstrecke f, wodurch eine oszillatorische Entladung gebildet wird. Dieser Entladungsstrom wirkt durch Induktionsspule 10 auf die induktiv gekoppelte zweite Induktionsspule 9, wodurch in dem Erzeugernetz



eine Veränderung des Potentials des Kondensators 19 hervorgerufen wird. Dies hat zur Folge, daß in dem spulenförmigen Erzeugernetz Schwingungen auftreten. Diese Schwingungen induzieren im sekundären Kreis II, der eine geringere Windungszahl und einen geringeren Widerstand besitzt, einen Induktionsstrom, dessen Spannung — je nach dem Verhältnis der Zahl der Windungen und des Ohmschen Widerstandes — erheblich niedriger ist, während die Stromstärke größer ist.

Um die so erhaltenen Ströme in solche ungedämpfter Natur umzuwandeln und ihre Wellenlänge abzustimmen, wird zwischen den

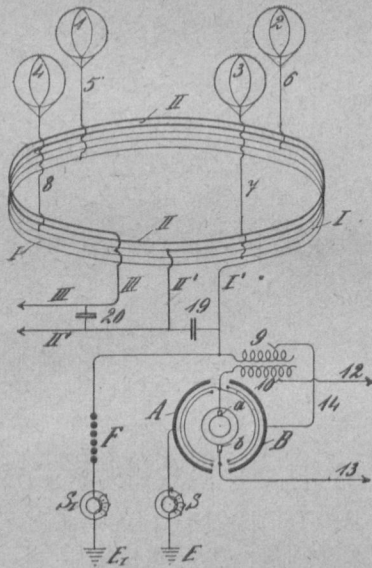


Fig. 85.

Enden 12 und 13 der sekundären Leitung II eine genügend große regulierbare Kapazität 20 eingeschaltet. Es kann hier auch ohne Erdleitung Strom entnommen werden, doch ist es ratsam, eine Sicherungsfunkstrecke  $F_1$  einzuschalten und diese über Elektromagnet  $S_2$  mit der Erde zu verbinden.

Das Erzeugernetz I kann mit dem Arbeitsnetz II über den induktionslosen Kondensator 21 oder über den Induktionskondensator 22, 23 verbunden werden. In diesem Falle ist die sekundäre Leitung unipolar mit der Energieleitung verbunden.

Die Verbindungsleitung zwischen den einzelnen Sammlerballons kann auch nach dem Autotransformatorprinzip ausgeführt werden (Fig. 85). Die Sammlerspule verbindet vier Antennenballons 1, 2, 3, 4, die

Windungen sind nicht nebeneinander, sondern übereinander ausgeführt. In Fig. 85 ist die Sammelspule I mit dünnem Strich, die metallisch verbundene Verlängerungsspirale II mit dickem Strich gezeichnet. Zwischen den Enden  $I^1$  und  $II^1$  des Energienetzes I ist eine regulierbare Kapazität 19 eingeschaltet. Die Leitung  $I^1$  ist mit der Arbeitsentnahmeleitung und mit Funkenstrecke F verbunden. Das für die Transformierung der atmosphärischen Elektrizität angedeutete Schema besteht darin, daß rotierende Kondensatorenpaare Verwendung finden, in denen die eine Statorfläche B mit dem Hauptstrom, während die andere A mit dem Erdpol verbunden wird. Zwischen diesen werden kurzgeschlossene Kondensatorenpaare zum Rotieren gebracht, von denen unter Zuhilfenahme zweier Kollektoringe und Bürsten der umgewandelte Strom entnommen werden kann, und zwar in Form eines Wechselstromes, dessen Frequenz von der Zahl der Pole und der Umdrehungszahl des Rotors abhängig ist. Da der in dem Rotor gebildete Wechselstrom bei dieser neuen, in vorliegender Erfindung beschriebenen Einschaltungsweise durch Spirale 10 auf die Induktionsspule 9 einwirken kann, so wird je nach der Stromrichtung durch Rückinduktion eine Erhöhung oder eine Verminderung des Speisestromes in I erzielt. Dadurch entstehen Stromschwankungen von gleichmäßigem Rhythmus in den spulenförmigen Windungen des Erzeugernetzes. Da die Enden dieser Leitung durch den regulierbaren Kondensator 19 kurzgeschlossen sind, so erzeugen diese Rhythmen in der Energieleitung kurzgeschlossene, ungedämpfte Schwingungen, deren Periodenzahl und Wellenlänge durch Veränderung der Kapazität 19 je nach Wunsch auf eine bestimmte Wellenlänge und damit auch auf eine bestimmte Schwingungszahl eingestellt werden kann. Diese Ströme können durch Leitung  $II^1$  und III in dieser Form direkt als Arbeitsstrom verbraucht werden. Durch Einschaltung des Kondensators 20 kann aber auch eine Verbindung zwischen diesen Leitungen hergestellt werden, wodurch harmonische Schwingungen gewünschter Wellenlänge gebildet werden. Hierdurch werden ganz neue Effekte bezüglich der Stromverteilung erzielt. Die Abnahme von Strom kann sogar ohne direkte Drahtverbindung erfolgen, wenn auf einem beliebigen Punkt im Innern des Erzeugernetzes (ganz gleich, ob dies einen Durchmesser von 1 oder 100 km hat) eine auf diese Wellenlänge abgestimmte Spule gewünschter Kapazität so in der Luftleitung fest oder beweglich aufmontiert wird, daß ihre Achsenrichtung parallel zu der der Sammelspule ist. In diesem Falle wird in dem Erzeugernetz ein Strom induziert, dessen Größe von der Gesamtkapazität und dem Widerstand sowie von der verwendeten Periodenzahl abhängig sein wird. Damit ist aber eine Möglichkeit

gegeben, drahtlos dem Erzeugernetz Energie zu entnehmen. Da dabei gleichzeitig neben der atmosphärischen Elektrizität auch die erdmagnetischen Ströme sowie die Energie aus höheren Atmosphären (wenigstens teilweise) gewonnen werden können, so wird dieses letzte System für die Sammlung der atmosphärischen Energie von besonderer Bedeutung für die Zukunft sein.

Selbstverständlich können überall statt der Funkenstrecken geeignet eingeschaltete Gittervakuumrohre als Erzeuger für ungedämpfte Schwingungen verwendet werden. Die einzelnen Spulen des Erzeugernetzes mit großem Durchmesser können durch besondere Leitungen alle parallel, aber auch in Serien oder gruppenweise in Serien zueinander parallel geschaltet werden. Die Ausführung der Spulen kann außer in Ringform auch in Form eines Drei-, Vier-, Sechs- oder Vielecks erfolgen. Die Spulen können auch als Spirale gleichmäßig über den ganzen Querschnitt verteilt ausgeführt werden.

Es können selbstverständlich auch von einer beliebigen Stelle zur Mitte oder auch nach seitwärts Leitungen geführt werden, die den Stromwellen als Richtschnur dienen. Dies ist dann erforderlich, wenn Ströme über Berge und Täler geleitet werden sollen usw. In allen diesen Fällen muß der Strom in einen solchen mit hierfür passender Periodenzahl transformiert werden.

Verwendung  
von  
Strahlungs-  
kollektoren.

In weiterem können zur Erhöhung des Sammlungseffektes der Ballone in der Antennensammelleitung oder in der Erdleitung Strahlungskollektoren verwendet werden. Dieselben bestehen entweder aus glühenden Metall- oder Oxydelektroden in Form von Vakuumgitterrohren, oder es werden einfach elektrische Lichtbogen (Quecksilber- u. dgl. Elektroden), Nernstlampen oder zuletzt Flammen verschiedener Art in die betreffende Leitung eingeschaltet.

Es ist wohl bekannt, daß einer aus einem glühenden Körper bestehenden Kathode gegenüber der mit positiver Elektrizität geladenen Anode Energie abgezogen werden kann (Vakuumgitterrohre). Bisher war aber erstens einer Kathode stets eine Anode direkt gegenübergestellt und zweitens bestand das System immer aus einem geschlossenen Stromkreis.

Befreien wir uns nun weiter von den gewöhnlichen Anschauungen bei der Bildung von Licht- oder Flammenbogen, bei denen einer Kathode auch stets eine Anode direkt gegenüberstehen muß, und stellen wir eine Glühkathode einer auf hohes Potential geladenen Anode oder einem sonstigen, frei in der Luft schwebenden Körper gegenüber oder betrachten wir die Glühkathode nur als Quelle der einpoligen Entladungen (die Büschel- und Spitzenentladungen bei elektrostatischen Maschinen stellen analoge, einpolige Entladungen dar),



so kann festgestellt werden, daß glühende Kathoden, ja schlechterdings alle glühenden Strahler, Flammen u. dgl. relativ große Stromdichten zulassen und es ermöglichen, große Mengen elektrischer Energie in Form von Elektronenströmen als Sender in den freien Raum auszustrahlen.

Gegenstand vorliegender Erfindung ist die folgende Tatsache: Werden solche glühenden Oxydelektroden oder sonstige glühenden Strahler oder Flammen nicht frei im Raume aufgehängt, sondern metallisch mit der Erde verbunden, so daß sie mit negativer Erdelektrizität geladen werden können, so besitzen diese Strahler die Fähigkeit; aus dem sie umgebenden Luftraum die darin befindlichen freien, positiven elektrischen Ladungen aufzunehmen (d. h. zu sammeln) und zur Erde zu leiten. Dieselben können also als Kollektoren dienen und besitzen im Vergleich zur Spitzenwirkung einen recht großen Aktionsradius (R); die effektive Kapazität dieser Kollektoren fällt viel größer aus als die in elektrostatischem Sinne berechnete geometrische Kapazität ( $R_0$ ).

Da nun unsere Erde bekannterweise mit einem elektrostatischen Feld umgeben ist und die Potentialdifferenz  $\frac{\delta v}{\delta h}$  des Erdfeldes nach den neuesten Forschungen im Sommer etwa 60 bis 100 Volt und im Winter bis 300 bis 500 Volt pro Meter Höhendifferenz ( $\delta h$ ) beträgt, so ergibt die einfache Rechnung, wenn ein solcher Strahlungs- oder Flammenkollektor beispielsweise auf der Erde und ein zweiter in einem Abstand von 2000 m senkrecht darüber montiert ist und beide durch ein Kabel leitend verbunden sind, eine Potentialdifferenz im Sommer von etwa 200000 Volt und im Winter sogar von 600000 Volt und mehr.

Nach dem Stefan Boltzmannschen Strahlungsgesetz wird die Energiemenge, die eine glühende Fläche (Temperatur T) von 1 qcm in der Zeiteinheit in den freien Raum (Temperatur  $T_0$ ) ausstrahlt, durch folgende Formel ausgedrückt:

$$S = \sigma (T^4 - T_0^4) \text{ Watt/qcm}$$

und die universelle Strahlungskonstante  $\sigma$  ist nach den neuesten Untersuchungen von Ferry (Annales de chimie et de physique 17 S. 267 [1909]) gleich  $6,30 \cdot 10^{-12}$  Watt/qcm.

Weist nun eine glühende Oberfläche von 1 qcm gegenüber dem Umgebungsraum einen zeitlichen Potentialfall  $\delta v$  auf, so strahlt dieselbe (unabhängig von der Stromrichtung, also vom Vorzeichen) laut obiger Formel beispielsweise bei einer Temperatur von  $3725^{\circ}$  C pro Sekunde eine Energie von 1,6 Kilowatt pro Quadratcentimeter aus. Wie für die Ausstrahlung, kann man denselben Wert auch umgekehrt für die Energiesammlung berechnen. Da nun Kohlenelektroden bei Lichtbogentemperatur in der Strombasis eine Stromdichte bis zu 60 bis 65 Amp. pro Quadratcentimeter ertragen, so werden sich in

dieser Richtung bei der Verwendung von Strahlungskollektoren als Sammler keine Schwierigkeiten ergeben.

Betrachtet man die Erde als einen kosmisch isolierten Kondensator im Sinne der geometrischen Elektrostatik<sup>1</sup>, so ergibt sich aus der geometrischen Kapazität der Erde nach Chwolson:

für negative Ladung  $1,3 \cdot 10^6$  Coulomb (Amp./Sek.)

für negatives Potential  $v = 10 \cdot 10^8$  Volt.

Hieraus folgt aber,  $E_{Jt} \cong 24,7 \cdot 10^{21}$  Watt/Sek. Wollte man nun durch einen geerdeten Flammenkollektor einen theoretischen Kurzschluß herstellen, so würde dieser eine elektrische Gesamtarbeit von etwa  $79500 \cdot 10^{10}$  Kilowattjahren repräsentieren. Da die Erde als ein mit dem Sonnen- und Sternsystem durch kosmische Strahlungsvorgänge und Gravitation thermo-dynamisch, elektromagnetisch und auch kinematisch gekoppelter Rotationsmechanismus zu betrachten ist, so ist eine Verminderung der elektrischen Energie des Erdfeldes nicht zu befürchten. Die Energien, welche die Glühkollektoren dem Erdfeld entziehen würden, könnten nur unter motorischer Arbeitsleistung eine Senkung der Erdtemperatur bewirken (Temperatur  $T_E = 300$ ) und dieselbe bei Ausnutzung der gesamten Energie auf die des Weltraumes ( $T = 0$ ) herabsetzen. Dies ist aber nicht der Fall, da die Erde kein kosmisch vollkommen isoliertes System darstellt; derselben wird vielmehr nach dem neuerdings durch Ferry korrigierten Wert für die Solarkonstanten durch Sonnenbestrahlung eine Energie von  $18500 \cdot 10^{10}$  Kilowatt pro Sekunde zugeführt. Demgemäß würde jede Erniedrigung der Erdtemperatur ( $T_E$ ) ohne gleichzeitige Erniedrigung der Sonnentemperatur ( $T_S$ ) dem Stefan Boltzmannschen Strahlungsgesetz:

$$S = \sigma (T_S^4 - T_E^4)$$

widersprechen. Daraus muß gefolgert werden, daß, wenn die Erdtemperatur ( $T_E$ ) sinkt, gleichzeitig die von der Erde absorbierte Gesamtstrahlung  $S$  wächst; ferner auch, daß die säkulare Abkühlungsgeschwindigkeit der Erde direkt von der der Sonne und der sonstigen kosmisch mit der Erde gekoppelten Strahler abhängig und mit diesen auf das engste verknüpft ist.

Die glühenden Strahlungskollektoren lassen sich zur Sammlung von atmosphärischer Elektrizität verwenden, wenn sie erstens mit der negativen Erdelektrizität geladen werden (d. h. wenn sie direkt durch einen metallischen Leiter mit der Erde verbunden sind), und zweitens, wenn ihnen gegenüber als positive Pole große, mit Elektrizität geladene Kapazitäten (Metallflächen) in der Luft aufmontiert sind. Dies wird als Hauptmerkmal der vorliegenden Erfindung betrachtet, denn ohne diesen Erfindungsgedanken wäre es nicht möglich, mit einem Glühkollektor

<sup>1</sup> Vgl. Ewald Rasch, „Das elektrische Bogenlicht“, S. 169.

genügend große Mengen der in der Atmosphäre befindlichen elektrischen Ladungen, wie sie die Technik erfordert, zu sammeln; der Aktionsradius der Flammenkollektoren wäre noch zu gering, zumal wenn man in Betracht zieht, daß die sehr geringe Oberflächendichte (Energiedichte) ( $\sigma$  etwa =  $2,7 \cdot 10^{-9}$  St. E. pro qcm)<sup>1</sup> es nicht ermöglicht, große Ladungsquanten aus der Atmosphäre aufzunehmen.

Es ist zwar schon vorgeschlagen worden, Flammenkollektoren zur Sammlung von atmosphärischer Elektrizität zu verwenden, und es ist bekannt, daß ihr Sammlungseffekt den der Spitzen gegenüber wesentlich größer ist. Es ist aber auch bekannt, daß die Strommengen, die bisher gewonnen werden konnten, für technische Zwecke zu gering sind. Nach unseren Untersuchungen liegt dies in den zu kleinen Kapazitäten der Sammelleiterpole begründet. Besitzen solche Flammen- oder Strahlungskollektoren gar keine oder nur kleine positive Flächen, so ist ihr Aktionsradius für großtechnische Zwecke zu klein. Würde man die Glühkollektoren in der Luft fortwährend in Bewegung halten, so könnten sie je nach der Schnelligkeit der Bewegung mehr sammeln, aber dies ist in der Praxis wieder nicht ausführbar.

Laut vorliegender Erfindung nun wird der Sammlungseffekt dadurch erheblich vergrößert, daß gegenüber einem solchen Glühkollektor, der in der Luft in gewünschter Höhe schwebend gehalten wird, ein mit einem positiven Potential geladener Körper von möglichst großer Kapazität ebenfalls schwebend (ohne direkte Erdverbindung) gehalten wird. Läßt man z. B., wie früher beschrieben, einen Sammelballon aus Metallblech oder aus metallisiertem Ballonzeug in die Luft auf 300 bis 3000 m aufsteigen und bringt ihm gegenüber als positiven Pol einen solchen leitend mit der Erde verbundenen Strahlungskollektor, so werden ganz andere Ergebnisse erzielt.

Durch die atmosphärische Elektrizität wird die metallische Ballonhülle (mit großer Oberfläche) auf ein hohes Potential geladen. Letzteres ist desto größer, je höher sich der Sammelballon über dem Glühkollektor befindet. Die positive Elektrizität wirkt auf der in der Luft schwebenden Anode konzentriert, indem sie durch die von der Glühkathode ausgehende Strahlung-Stoßionisation angezogen wird. Dies hat zur Folge, daß der Aktionsradius des Glühkathodenkollektors erheblich erhöht wird und damit auch der Sammlungseffekt der Sammelballonfläche. Ferner spielt die große Kapazität

<sup>1</sup> Berechnet nach der Poissonschen Gleichung:  $\Delta V = -4\pi\rho$ ; da hier aber die Änderung des Potentials und Potentialgradienten nur in der Richtung der Normalen erfolgt, nimmt diese Gleichung die einfachere Form an

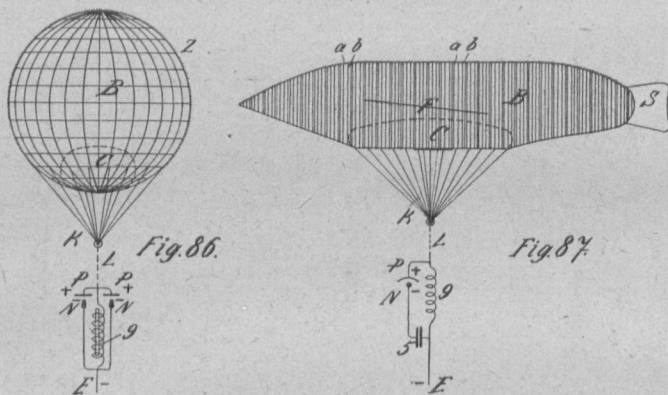
$$\rho = -\frac{1}{4\pi} \cdot \frac{\partial^2 V}{\partial n^2}$$



der in der Luft schwebenden Anode deshalb eine wichtige Rolle, weil dieselbe die Aufnahme großer Ladungen gestattet und dadurch ein gleichmäßiger Strom auch bei großer Entnahme erhalten wird. Bei kleinen Flächen kann dies nicht der Fall sein.

Im vorliegenden Falle ist der metallische Sammelballon eine in der Luft schwebende positive Anode, und das Ende des Erdleiters dieses Ballons dient als positive Polfläche gegenüber der Fläche der Strahlungsglühkathode, die ihrerseits — mit der Erde leitend verbunden — mit negativer Erdelektrizität geladen wird.

Das Verfahren kann so ausgeführt werden, daß zwischen zwei solchen Kontakten (negative Glühkathode und Anodenende einer in der Luft schwebenden Kapazität) ein Kondensator und ein Induktionswiderstand parallel eingeschaltet wird, wodurch gleichzeitig ungedämpfte Schwingungen gebildet werden können.



Die Verwendung eines Glühkollektors genügt für einen Sammelballon. Bei sehr großen Anlagen empfiehlt es sich aber, zwei solche Strahlungskollektoren in Serien zu schalten. Es kann sich dabei eine Bogenlichtglühkathode unten auf der Erde und eine Glühkathode, die durch spezielle elektromagnetische Ströme erhitzt wird, hoch in der Luft befinden. Selbstverständlich können hierzu auch die speziellen Vakuum-Liebigrohre ohne oder mit Gitter verwendet werden. Auf der Erde wird eine gewöhnliche Bogenlampe mit Oxydelektroden eingeschaltet, und zwar ist der positive Pol nicht direkt mit dem Sammelballon verbunden, sondern über die obere Glühkathode oder über einen Kondensator. Die Schaltungsweise der in der Luft schwebenden Glühkathode ist aus Fig. 86—90 zu ersehen.

B ist der Luftballon, K kardanischer Ring (Verbindung mit der Trosse), C Ballonet, L gutleitendes Kabel, P positive Pole, N negative Glühkathoden und E Erdleitung.

Fig. 86 stellt die einfachste Ausführung dar. Werden unten auf der Erde elektrische Schwingungen mit einer Kohlebogenlampe oder

auf andern Wege erzeugt, so wird denselben auf dem direkten Wege durch Einschaltung des elektrischen Induktionswiderstandes 9 ein erheblich größerer elektrischer Widerstand entgegengestellt. Dadurch wird sich zwischen P und N eine Spannung bilden, und, da über N und P nur ein induktionsloser Ohmscher Widerstand vorhanden ist, wird ein Funke überspringen, sofern die einzelnen Induktionskoeffizienten usw. richtig berechnet sind. Die Folge hiervon ist, daß die Oxydelektrode (oder Kohle usw.) erglüht und dann als Glühkathode einen erhöhten Sammeleffekt aufweist. Die positiven Pole müssen wesentlich größer als die negativen sein, damit sie nicht auch zum Glühen kommen. Da dieselben ferner mit der großen Ballonfläche leitend verbunden sind, die eine große Kapazität besitzt und auf hohe Spannung geladen ist, so erhält man dadurch in einfachster Weise einen in der Luft schwebend gehaltenen Glühkörper und einen

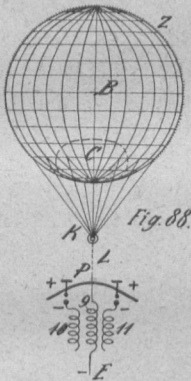


Fig. 88.

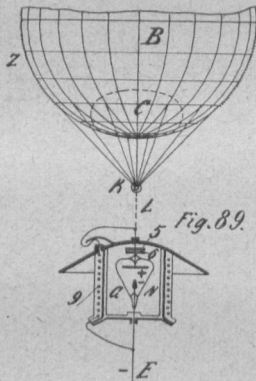


Fig. 89.

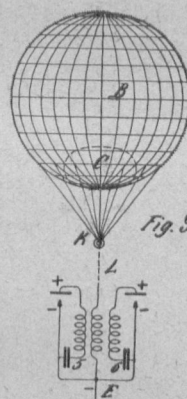
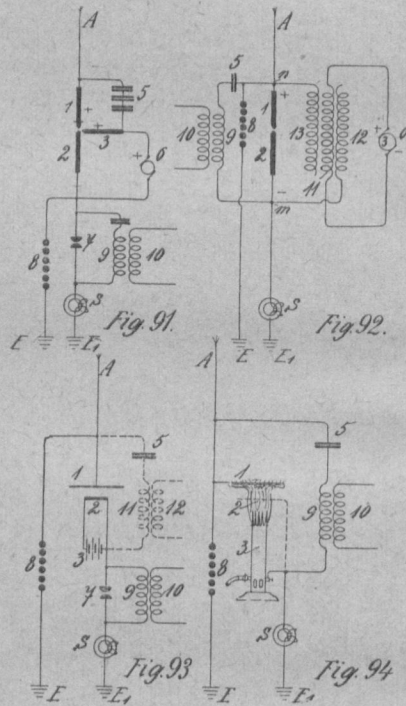


Fig. 90.

positiven Pol, der große Kapazitäten sammeln kann. Zuerst wird die Glühkathode durch  $\psi$  eine besondere auf der Erde erzeugte Energie zum Glühen gebracht, dann aber durch die aus der Atmosphäre gesammelte Energie unterhalten. Fig. 87 zeigt nur den Unterschied, daß statt eines runden Ballons auch ein zigarrenförmiger (aus Metall oder metallisiertem Zeug) angewendet werden kann und daß zwischen Glühkathode und Erdleitung noch ein Kondensator 5 eingeschaltet ist, so daß ein über P, N, 5 und 9 kurzgeschlossener Schwingungskreis erzielt wird. Dies hat den Vorteil, daß schon ganz kleine Elektrizitätsmengen ein Glühen der Kathode hervorrufen und daß viel größere Kathodenkörper zum Glühen gebracht werden können.

Bei dieser Ausführungsart können sowohl die Glühkathode als auch die positive Elektrode in einen luftleeren Raum eingeschlossen sein, wie in Fig. 89 zu sehen ist. Das Kabel L geht gut isoliert durch den Deckel eines Gefäßes und endet in eine Kondensatorscheibe S. Der Deckel ist glockenförmig gebogen, um den Regen fernzuhalten.

Das Gefäß ist ganz oder teilweise aus Magnetmetall hergestellt und von innen und außen gut isoliert. Gegenüber der Scheibe 5 ist eine andere 6 und an dieser wieder der metallische positive Pol des Vakuumrohres  $g$  mit der Glühkathode (Oxydelektrode)  $N$  angebracht. Die negative Elektrode wird einerseits mit der Erdleitung  $E$  und andererseits mit dem Induktionswiderstand  $9$  verbunden, der auch mit Kabel  $L$ , mit dem positiven Pol verbunden ist und um das Gefäß in Windungen gewickelt ist. Die Wirkung ist genau dieselbe wie bei Fig. 86, nur wird statt einer offenen eine im Vakuum eingeschlossene



Glühkathode verwendet. Da in solchen Sammlern nur kleine Körper zum Glühen gebracht werden können, so müssen bei großen Anlagen mehrere derartige Vakuumrohre nebeneinander geschaltet werden. Nach den bisherigen Ausführungen sind Fig. 88 und 90 ohne weitere Erklärung verständlich.

Fig. 91 bis 94 stellen weitere Schaltungsschemata für Strahlungs- bzw. Flammenkollektoren dar, und zwar wie sie unten auf der Erde anzubringen sind.

Fig. 91 zeigt einen Lichtbogensammler mit Oxydelektroden für Gleichstrom und seine Schaltung; Fig. 92 einen solchen für Wechselstrom, Fig. 93 einen Glühkollektor mit Nernstlampe und Fig. 94 einen solchen mit einer Gasflamme.



Der positive Pol 1 der Strahlungskollektoren ist stets an die Antennensammelleitung A direkt angeschlossen. In Fig. 91 ist diese ferner über die Kondensatorbatterie 5 mit einer zweiten positiven Elektrode 3 verbunden. Der Gleichstromdynamo 6 erzeugt Strom, der zwischen den Elektroden 3 und 2 als Lichtbogen überfließt. Bei Bildung eines Bogens nimmt die negativ erglühende Elektrode 2 den ihr gegenüberstehenden, mit atmosphärischer Elektrizität hochgeladenen positiven Polen die Elektrizität ab und führt dieselbe dem Arbeitsstromkreis zu. Funkenstrecke 7, Induktionswiderstand 9 und Induktionsspule 10 vergleiche Fig. 15. Der Schutzmagnet S schützt die Anlage vor Erdschluß, die Sicherungsfunkenstrecke 8 vor Überspannungen.

In Fig. 92 ist die Schaltung insofern geändert, daß der Wechselstromdynamo die Erregerwicklung 11 des Induktionskondensators speist. 12 ist dessen negativer und 13 sein positiver Pol. Wenn die Wicklung 3 auf den Magnetkern des Dynamos geeignet berechnet ist und die Periodenzahl des Wechselstroms genügend hoch ist, so kann zwischen den beiden Polen 1 und 2 ein Lichtbogen gebildet werden. Da die Kathode 2 mit der negativ geladenen Erde verbunden ist und deshalb stets wie ein negativer Pol wirkt, so wird eine Art Gleichrichtung des durch Dynamo 3 erzeugten Wechselstromes erzielt; die zweite Hälfte der Periode wird stets unterdrückt. Der Arbeitsstromkreis kann in genau derselben Weise wie in Fig. 91 ausgeführt sein; die Arbeitsfunkenstrecke 7 kann aber auch wegfallen und dafür zwischen den Punkten n und m ein Kondensator 5 und ein Induktionswiderstand 9 eingeschaltet werden, von dem induktiv oder durch feste Koppelung der Strom abgenommen wird.

Fig. 93 stellt eine der Fig. 91 ähnliche Ausführungsart dar, nur daß hier statt eines Lichtbogens ein Nernstscher Glühkörper verwendet wird. Die Nernstlampe wird durch die Batterie 3 gespeist. Die Arbeitsstrecke wird mit dem negativen Pol verbunden, die Sicherungsfunkenstrecke mit den + Polen. Die Arbeitsfunkenstrecke 7 kann auch wegfallen und der Strom dafür bei 12 über den Schwingungskreis 5, 11 (gestrichelt gezeichnet) abgenommen werden.

Laut vorliegender Erfindung können auch Flammenkollektoren (Fig. 94) verwendet werden. Das Drahtnetz 1 ist mit der Antennensammelleitung A verbunden und der Brenner mit der Erde. Am oberen Ende des letzteren sind lange Spitzen angebracht, die in die Flamme hineinragen. Die positive Elektrode wird mit der negativen über einen Kondensator 5 und die Induktionsspule 9 mit der Erde verbunden.

Das Neue in dieser Erfindung ist 1. die Verwendung von Glühkathoden gegenüber positiven Polen, die mit großen metallischen

Kapazitäten als selbsttätige Sammelflächen verbunden sind, 2. die Verbindung der Glühkathoden mit der Erde, wodurch ihnen außer der von der Batterie oder Maschine zugeführten Elektrizität, die das Glühen bewirkt, noch die negative Ladung des Erdpotentials zugeführt wird, und 3. die Verbindung des positiven und negativen Pols des Strahlungskollektors über einen Kondensatorkreis allein oder unter Einschließen eines geeigneten Induktionswiderstandes, wodurch gleichzeitig ein oszillatorischer Schwingungskreis erzielt werden kann. Der Sammeleffekt wird durch diese Methode ganz bedeutend erhöht.

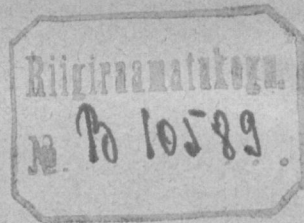


Fig. 1.

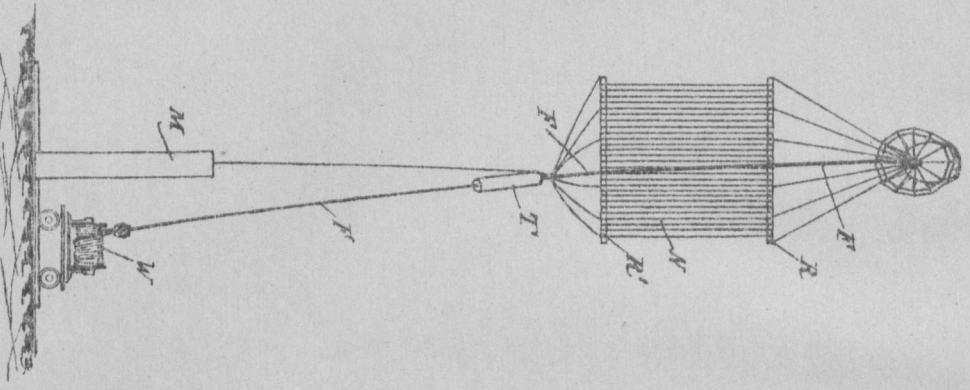


Fig. 3.

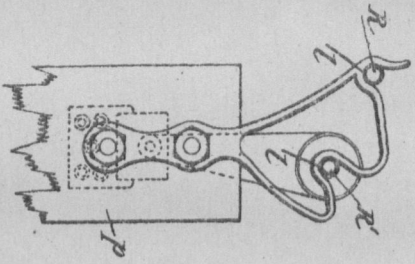


Fig. 4.

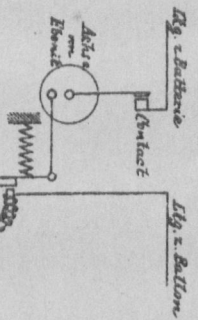


Fig. 5.

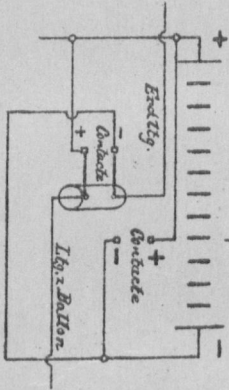


Fig. 2.

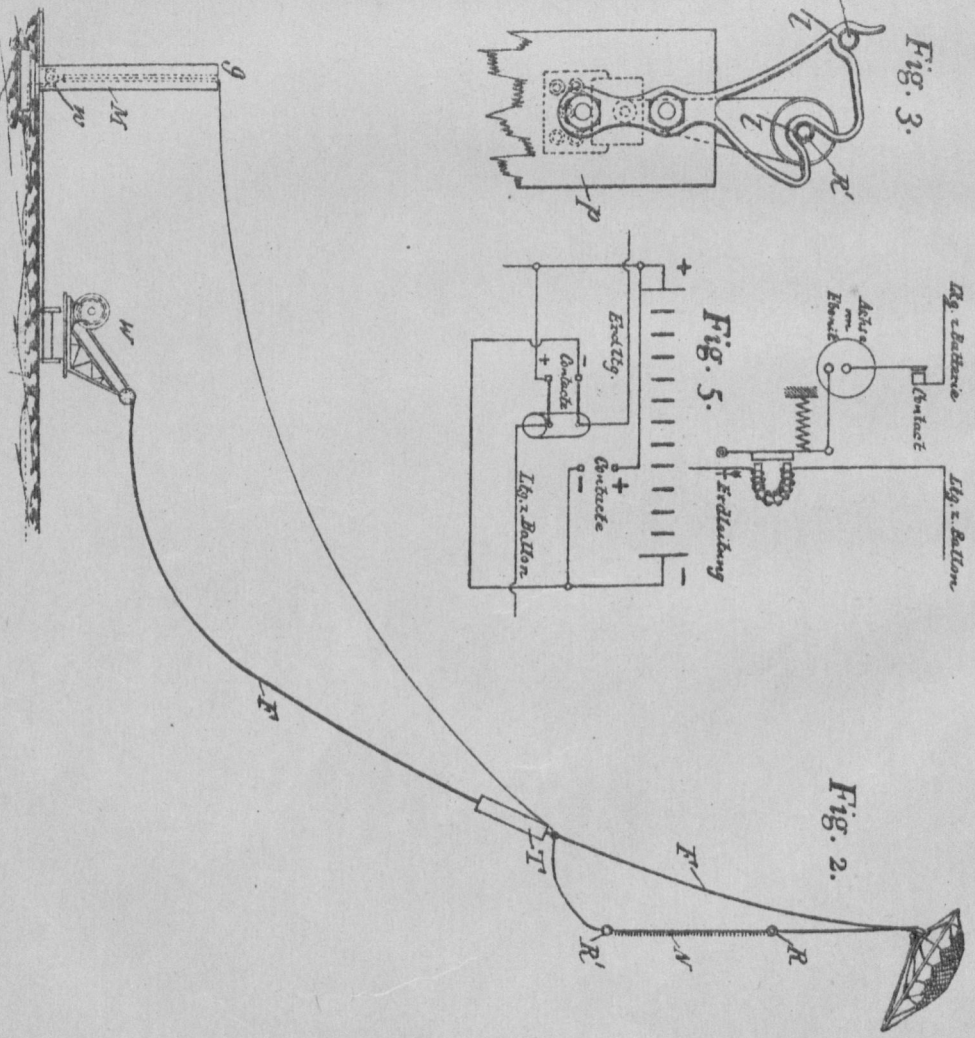




Fig. 6.

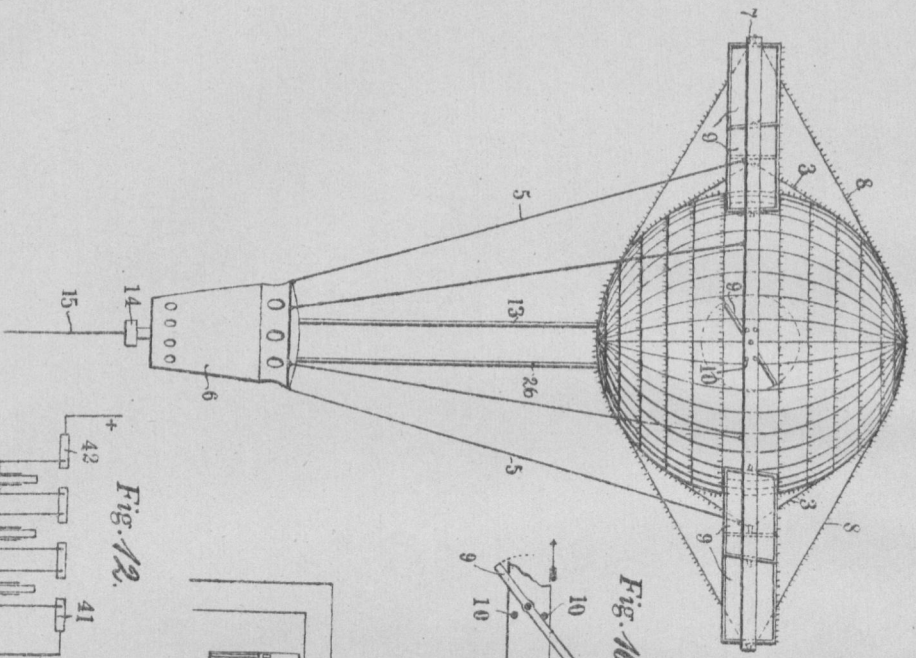


Fig. 10

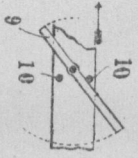


Fig. 11

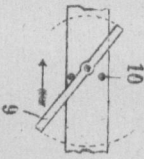


Fig. 7.

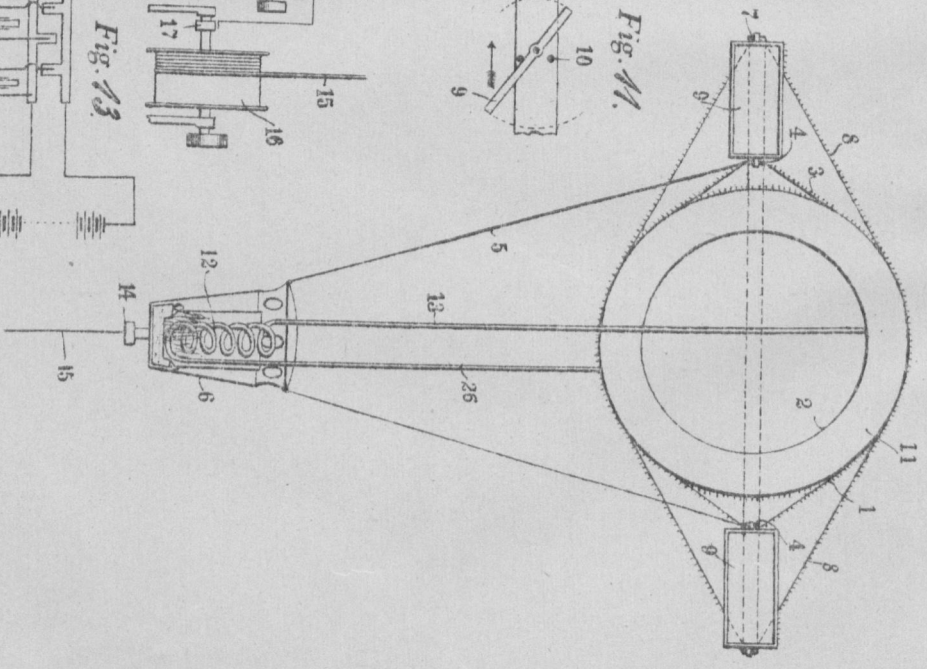


Fig. 8

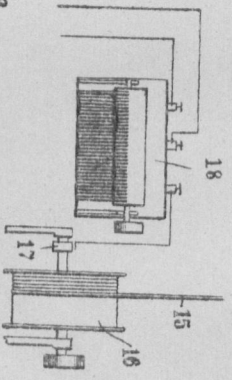


Fig. 12

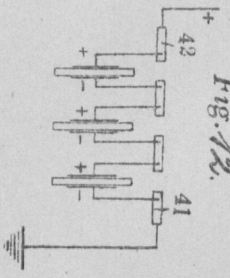


Fig. 13

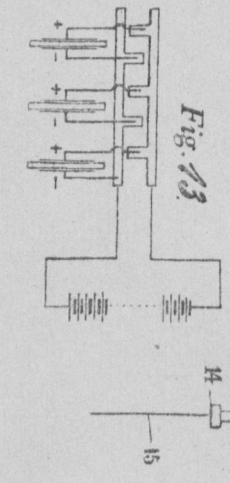


Fig. 9.

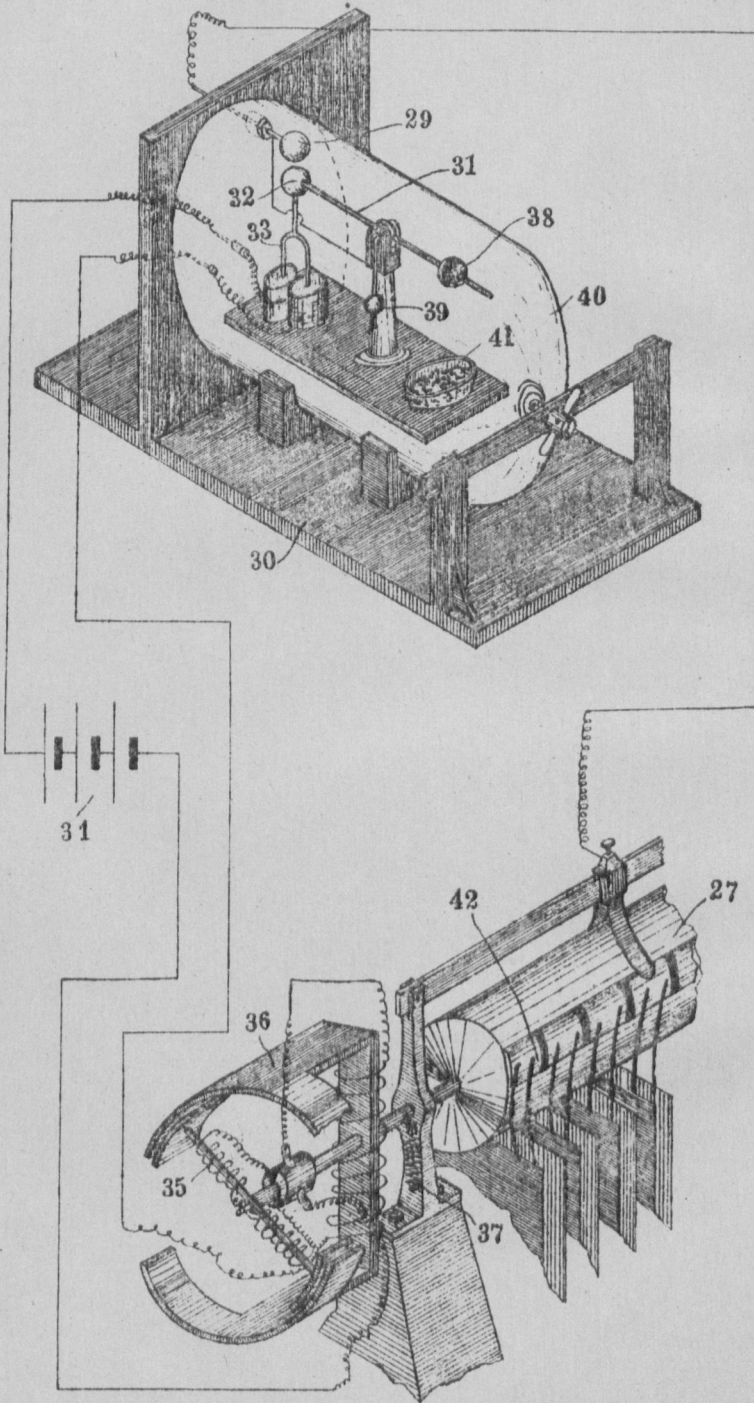


Fig. 14.

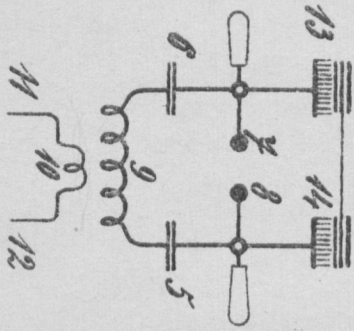


Fig. 15.

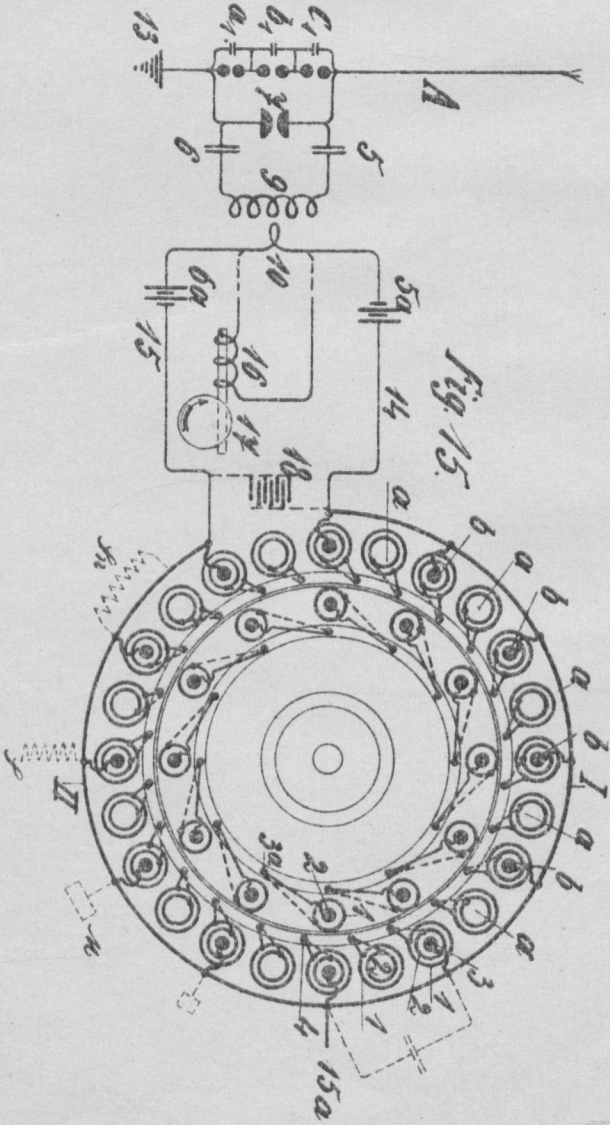




Fig. 16.

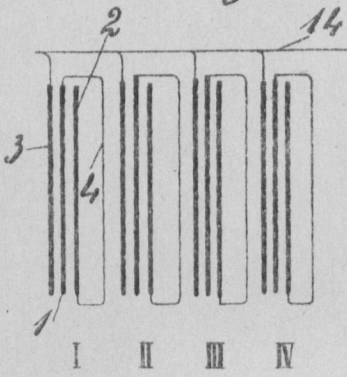


Fig. 17.

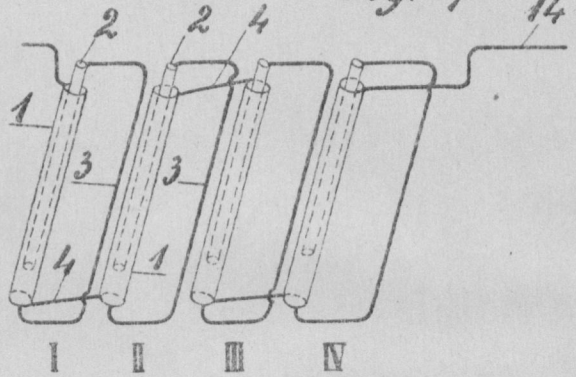


Fig. 18.

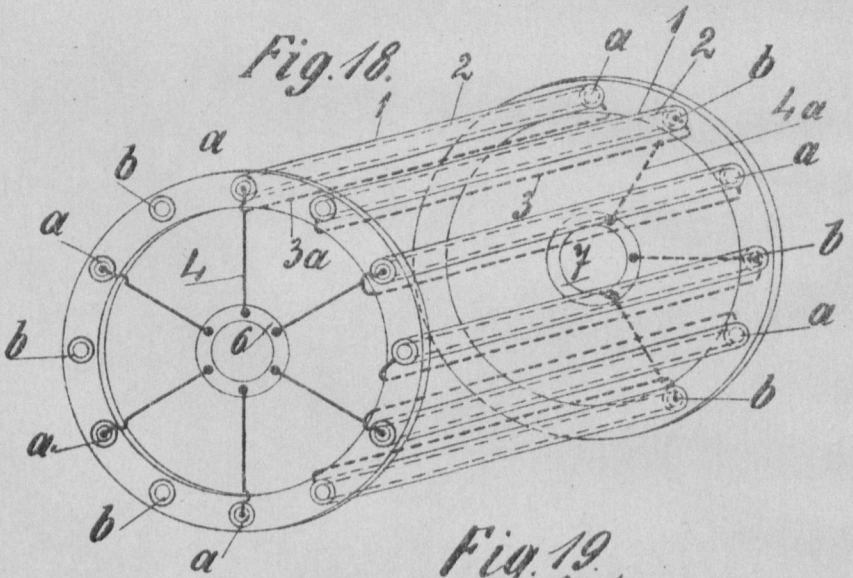


Fig. 19.

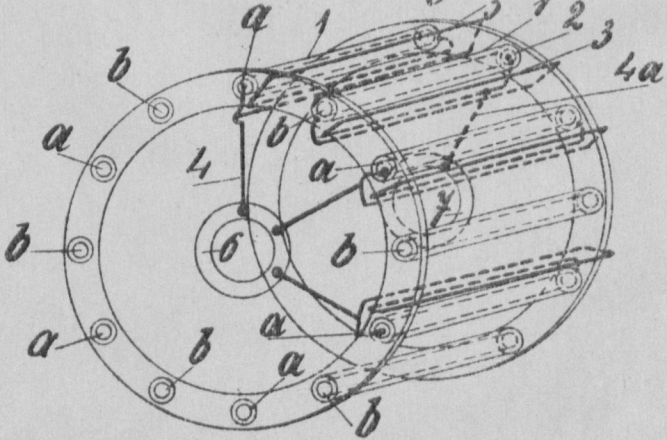


Fig. 20.

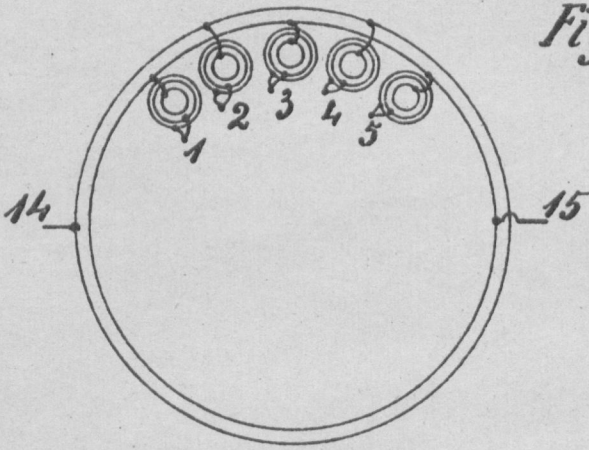
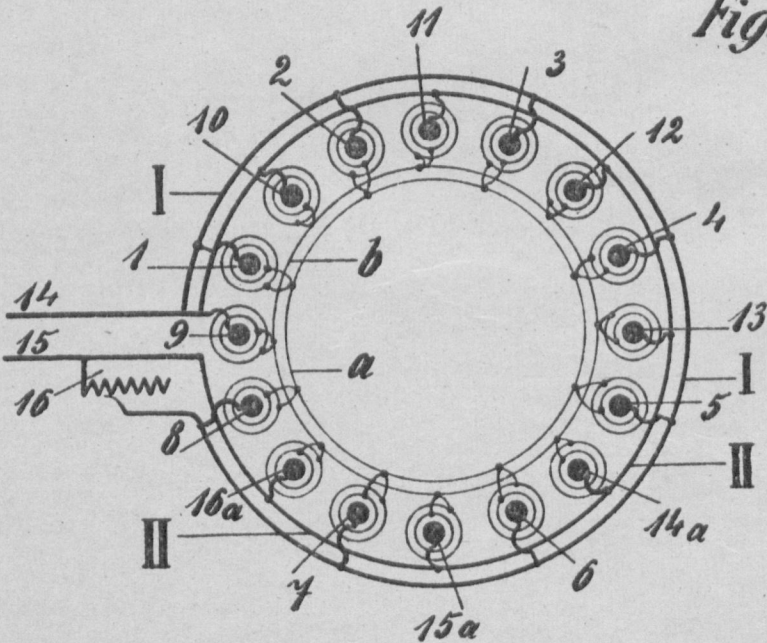
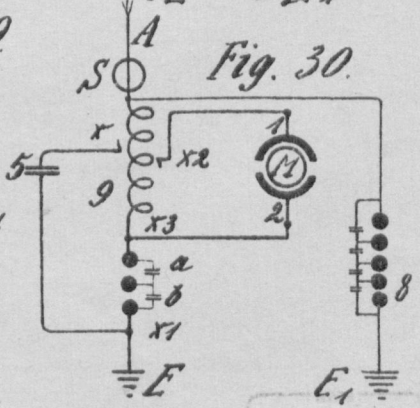
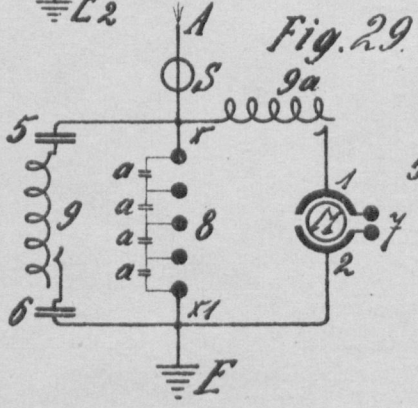
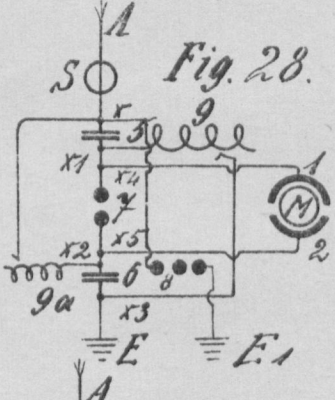
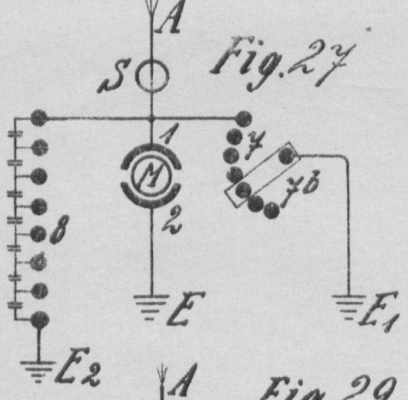
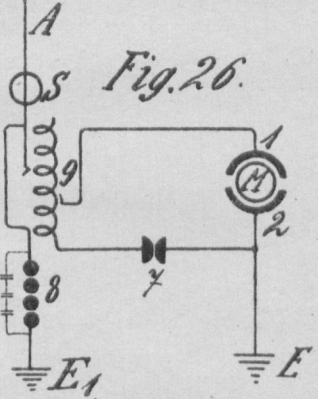
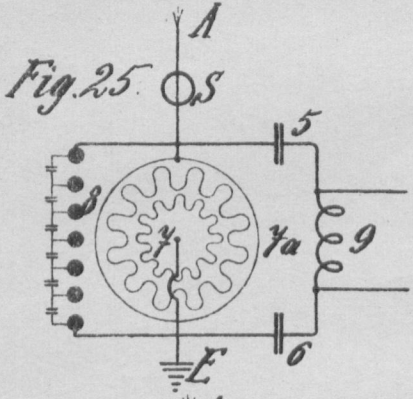
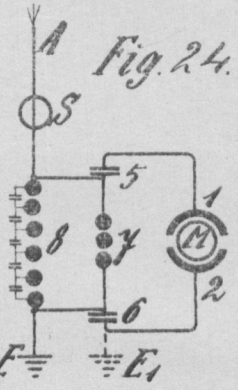
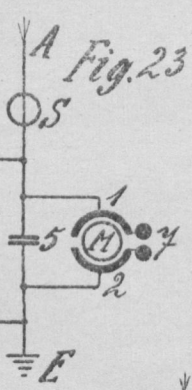
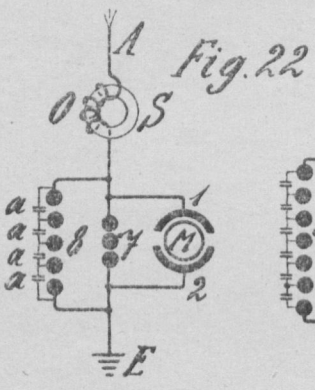
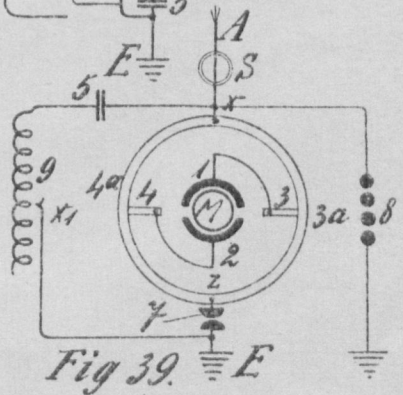
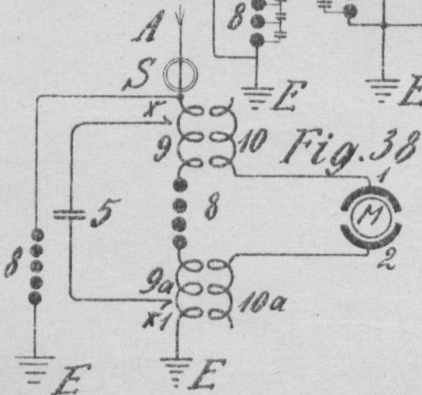
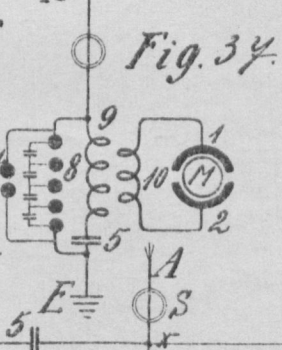
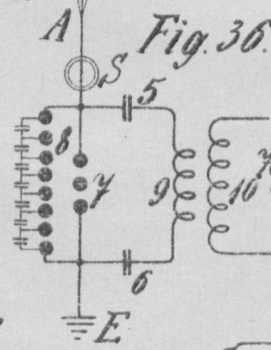
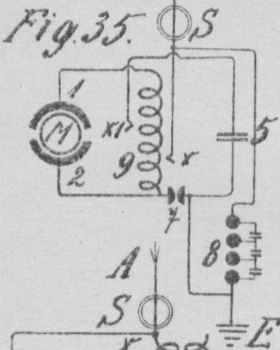
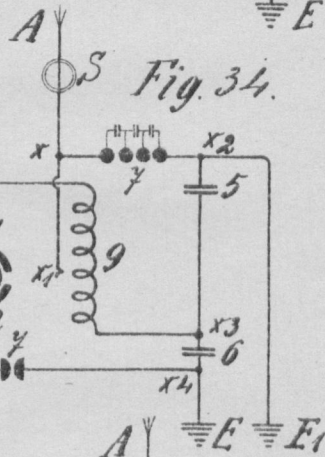
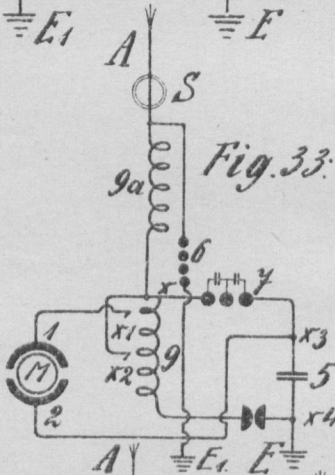
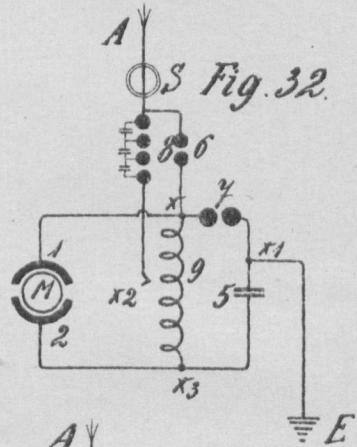
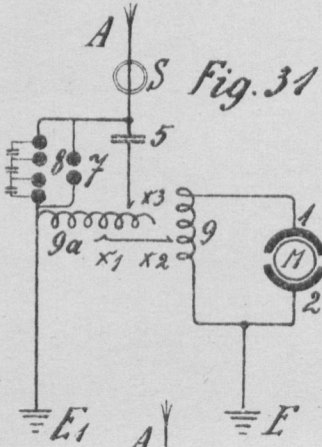


Fig. 21.









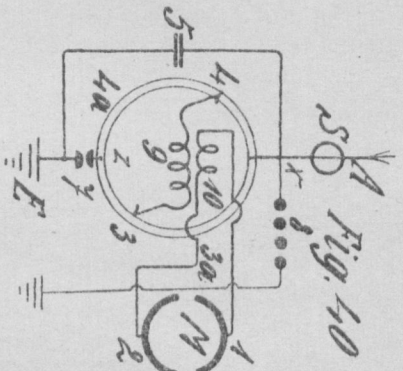


Fig. 40

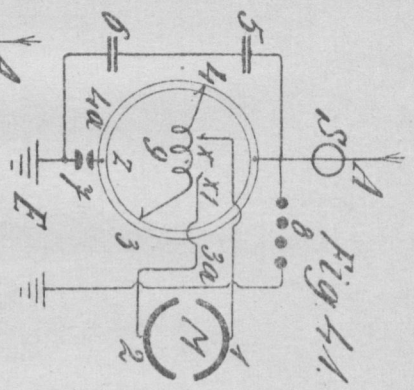


Fig. 41

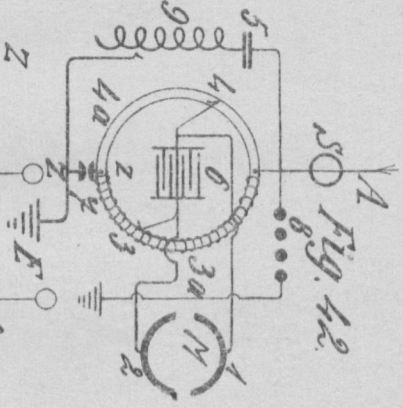


Fig. 42

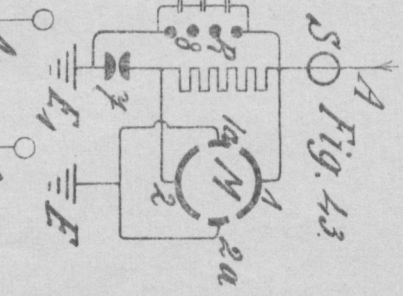


Fig. 43

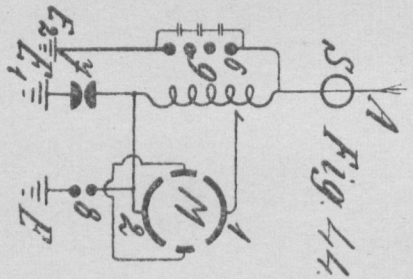


Fig. 44

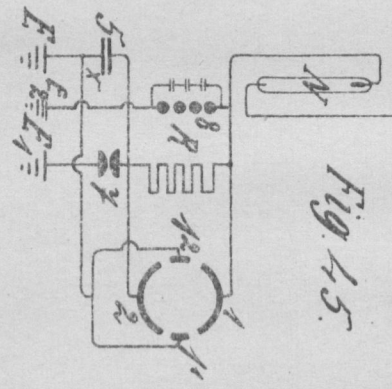


Fig. 45

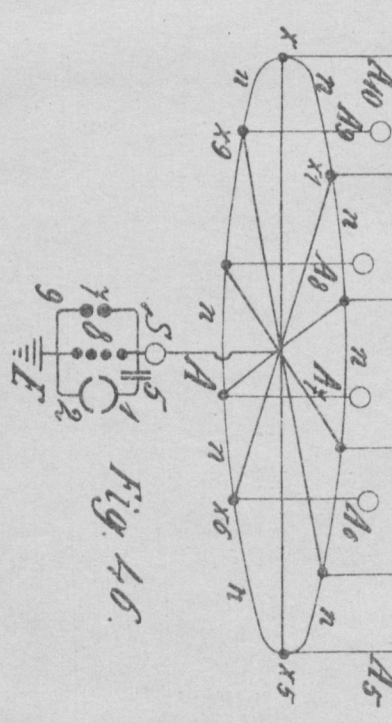


Fig. 46

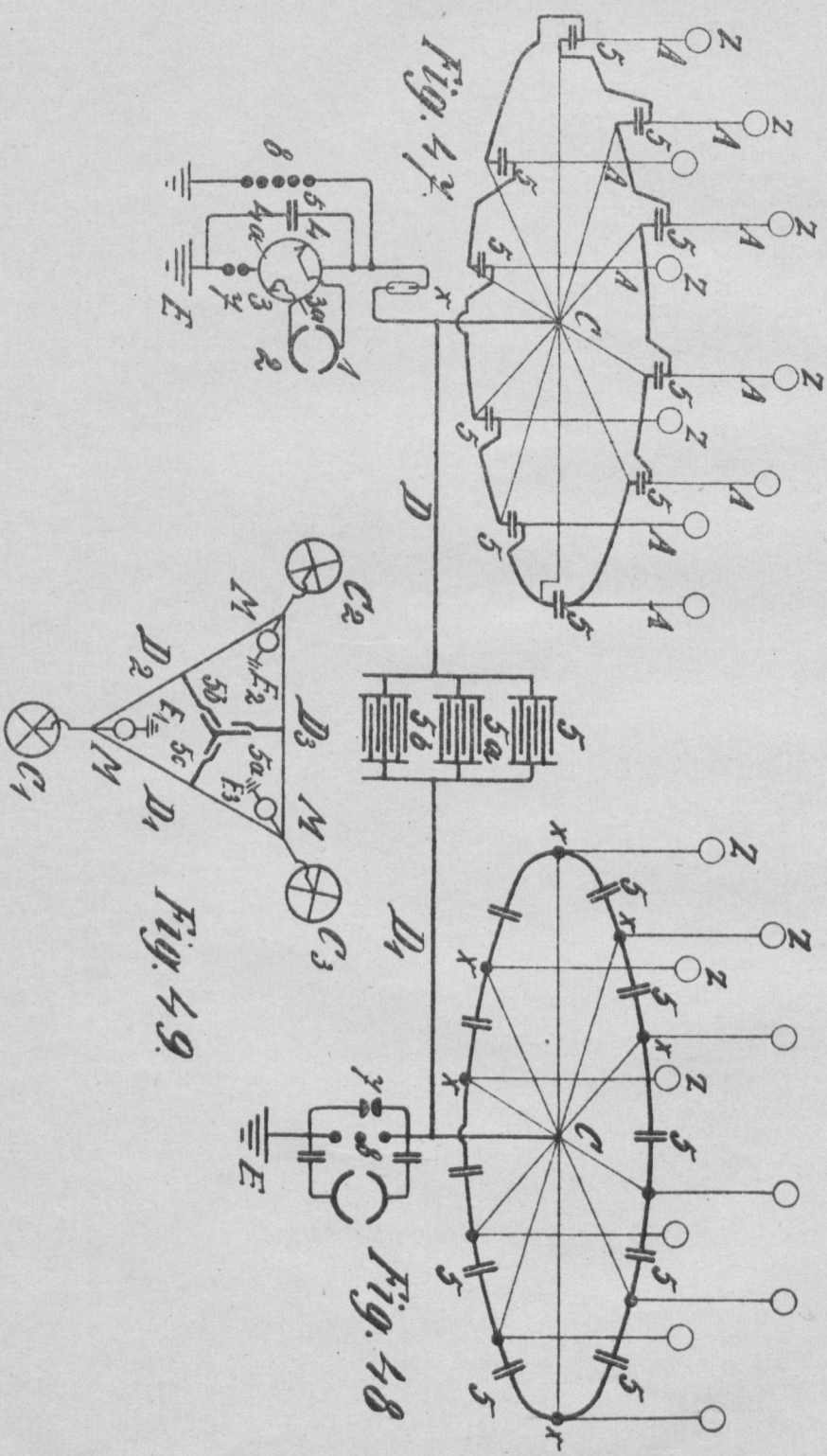


Fig. 49.

Fig. 48



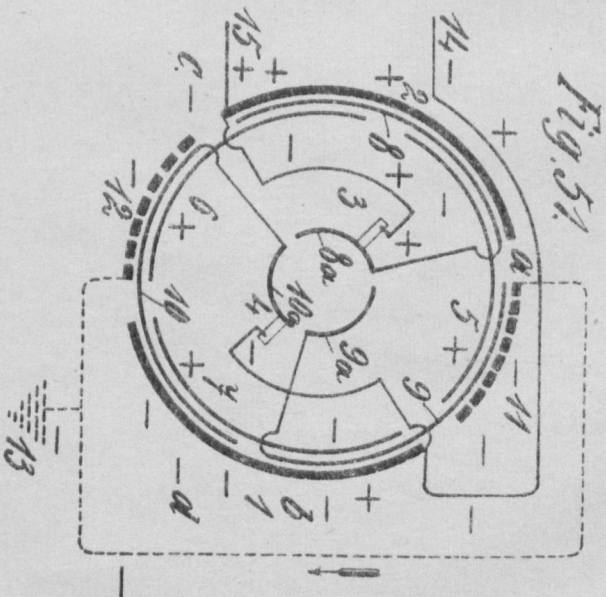
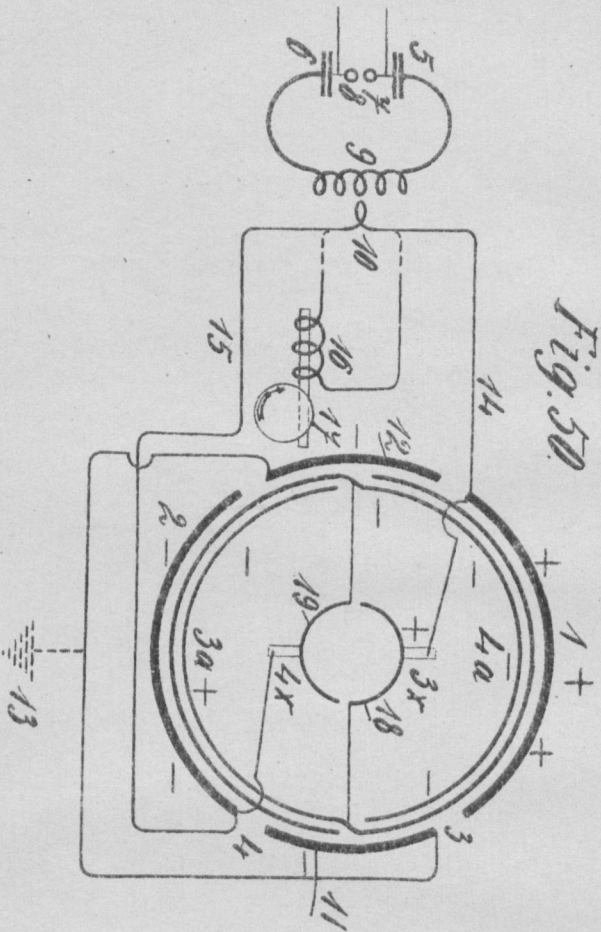


Fig. 52.

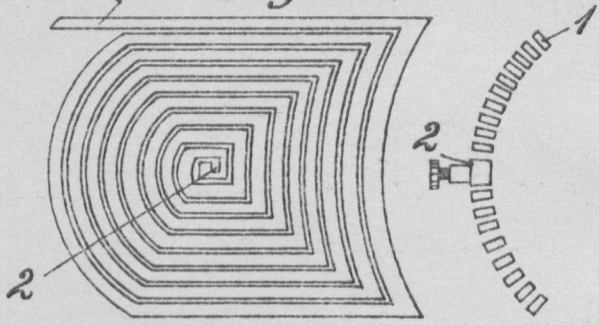


Fig. 53.

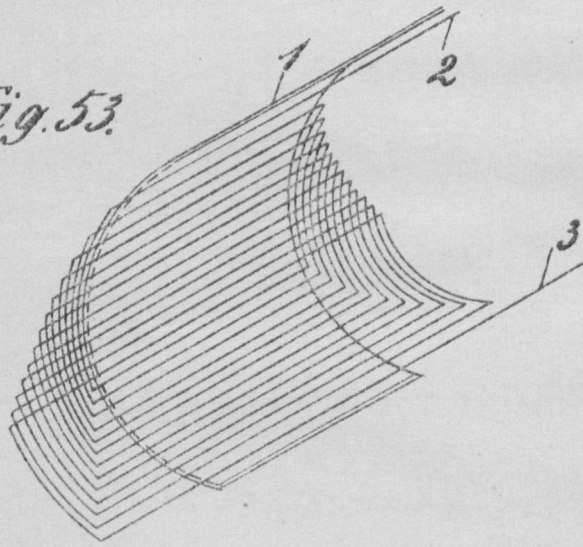


Fig. 54.

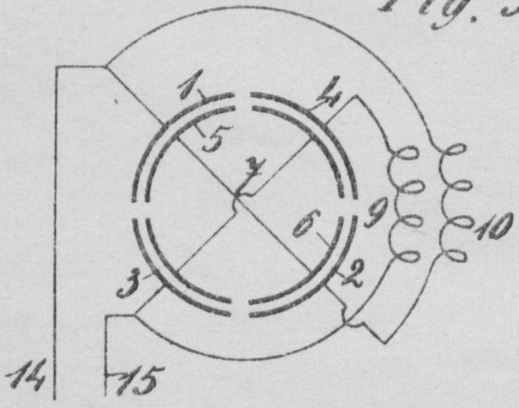


Fig. 55. 2

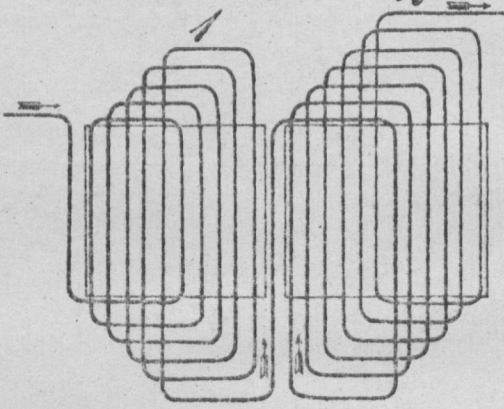
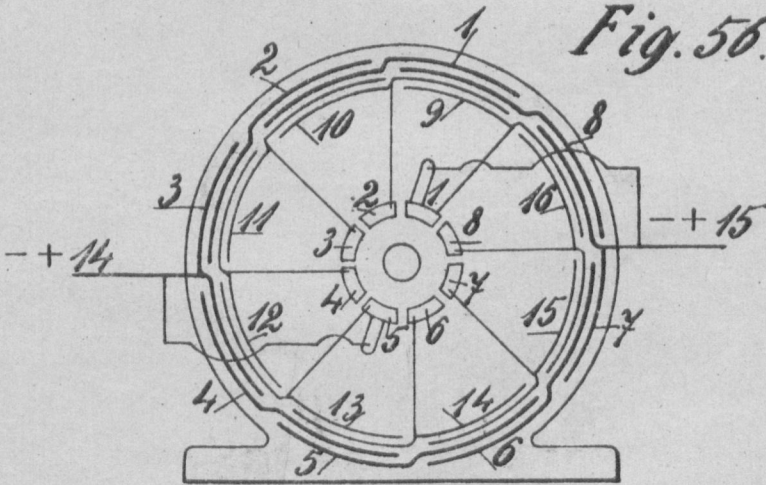


Fig. 56.





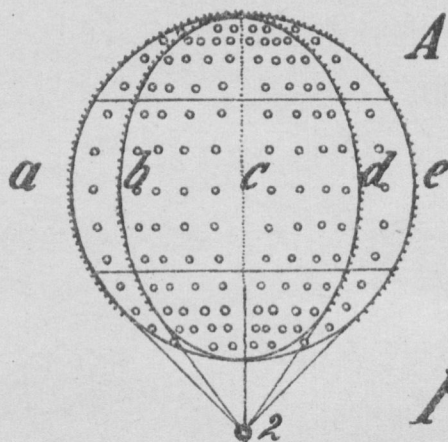


Fig. 57.

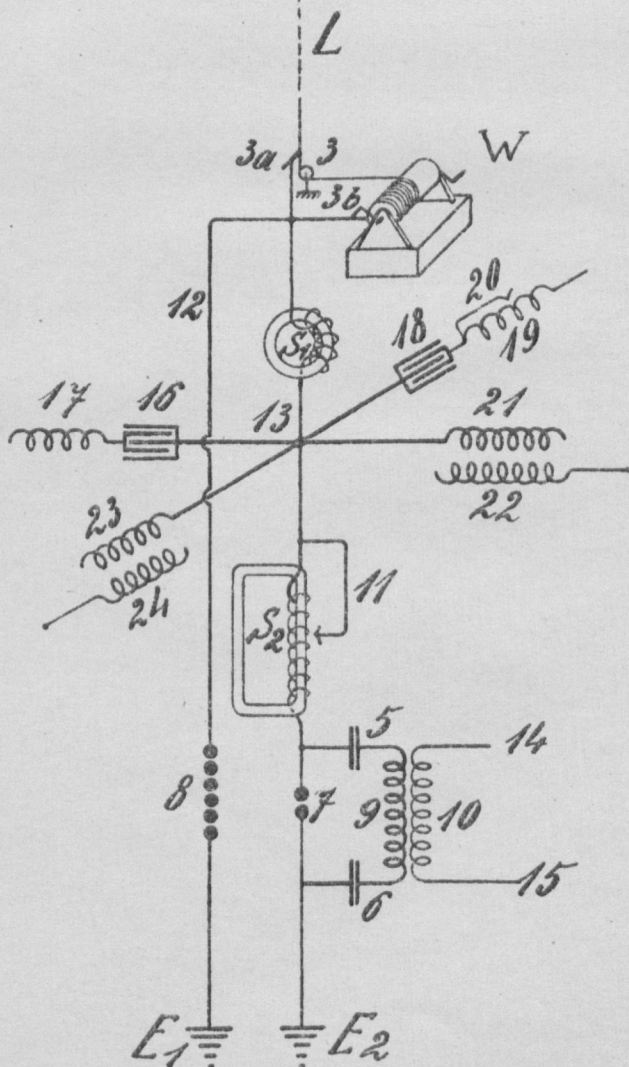
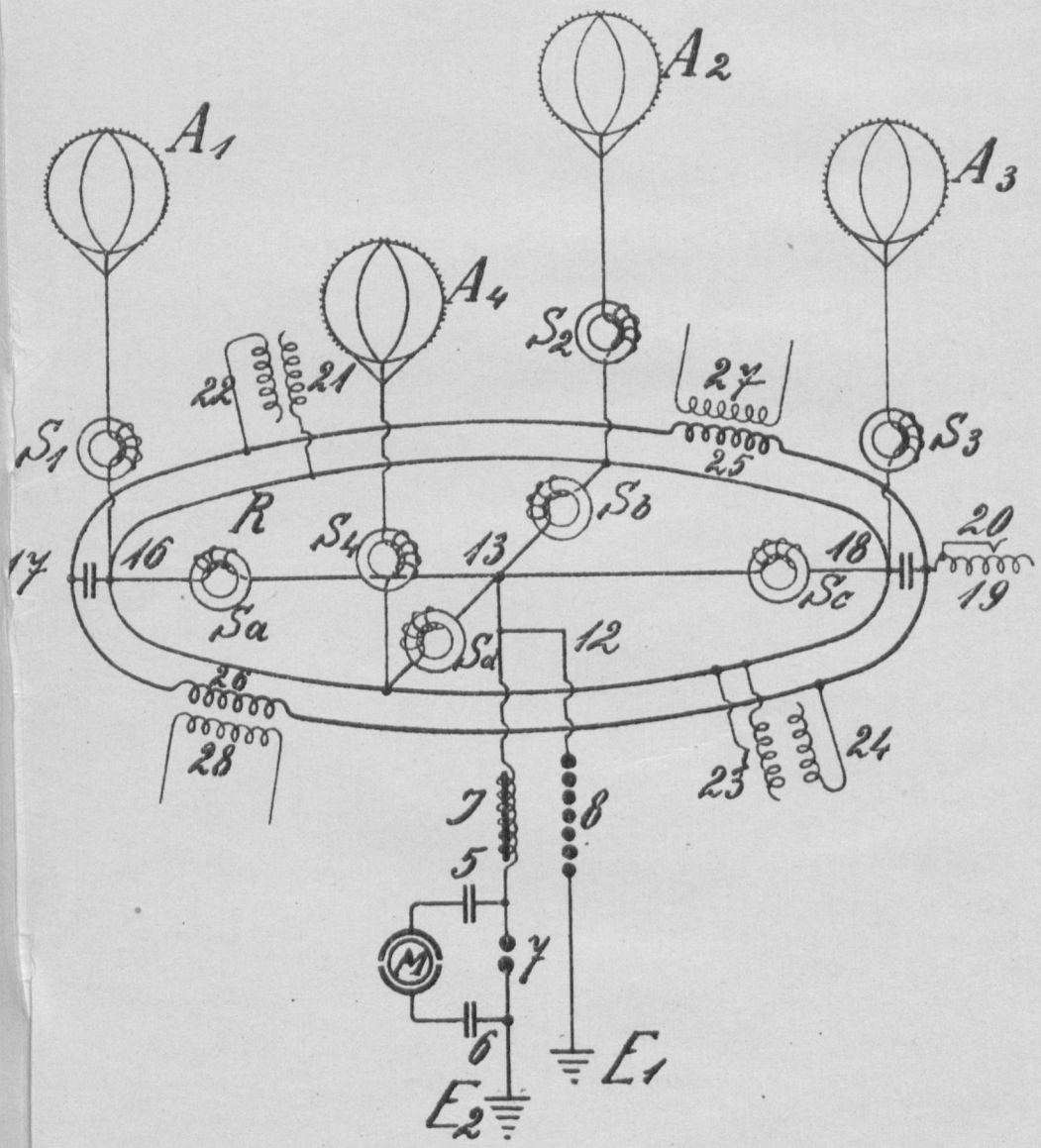


Fig. 58.



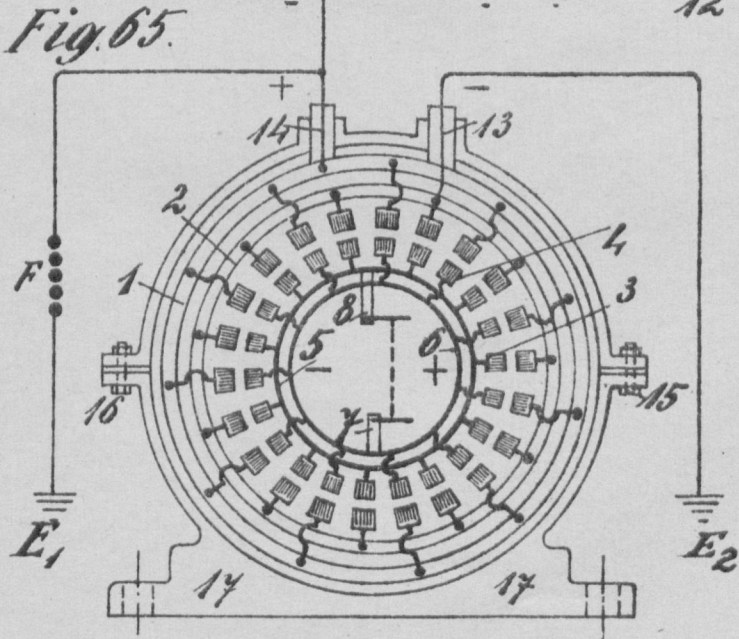
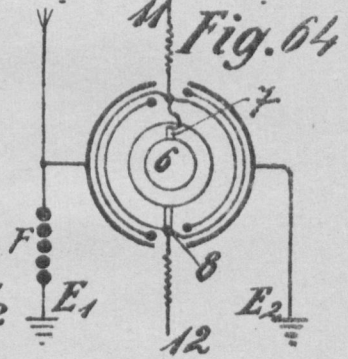
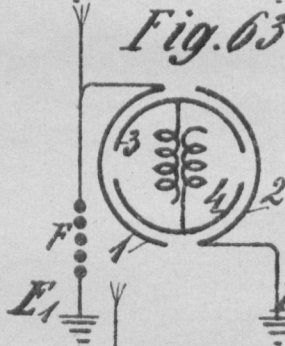
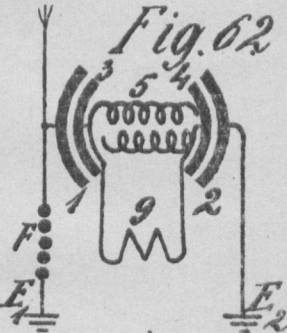
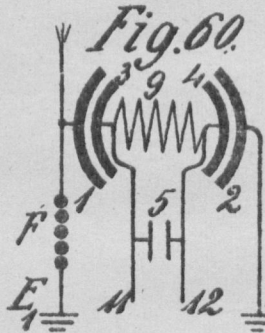
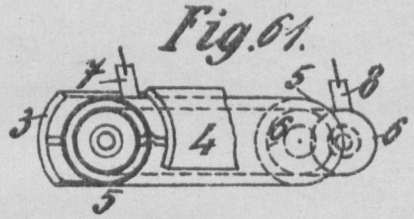
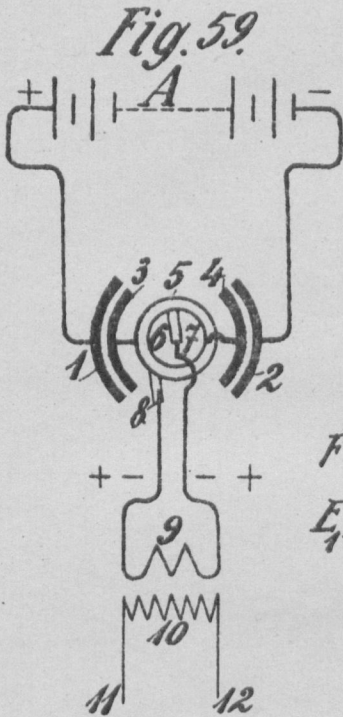




Fig 66.

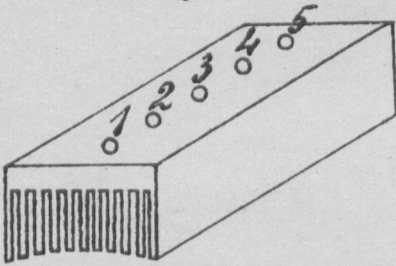


Fig. 68.

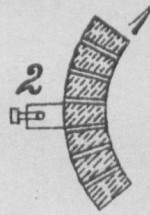


Fig. 67.

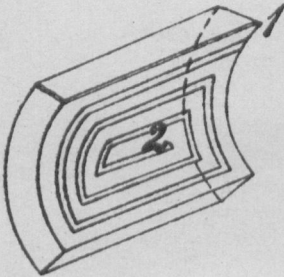


Fig. 69.

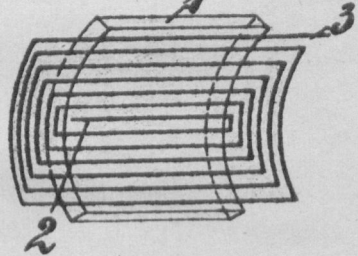


Fig. 70.

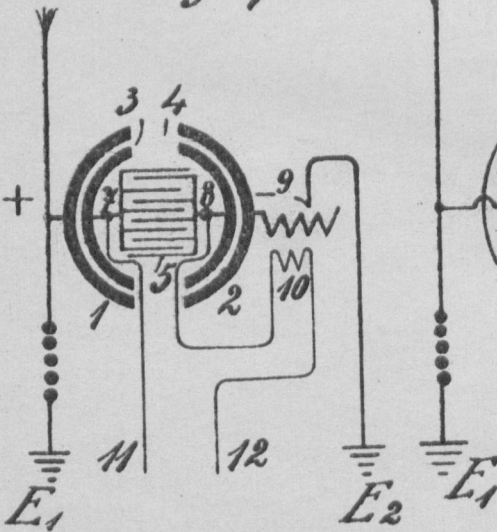


Fig. 71.

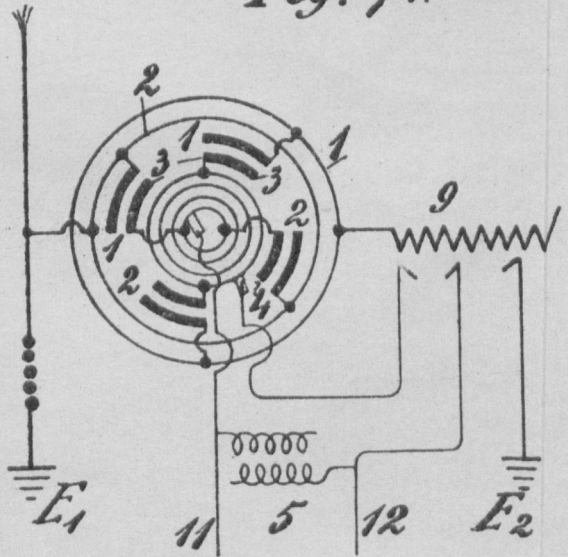


Fig. 72

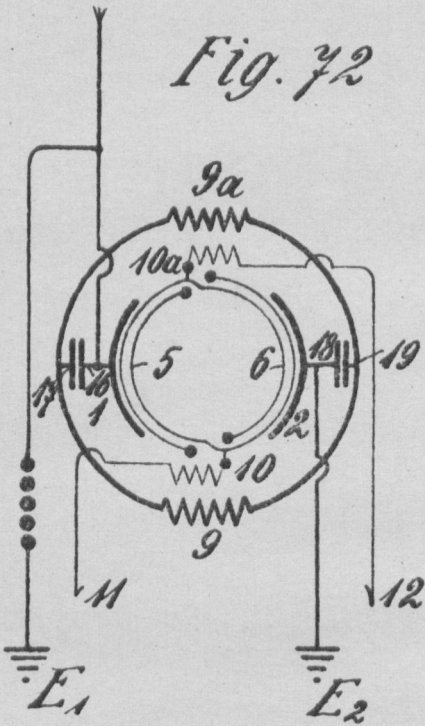


Fig. 74.

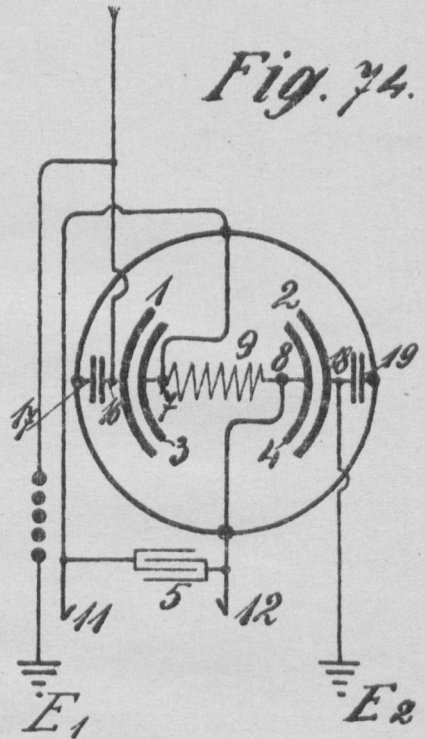


Fig. 73.

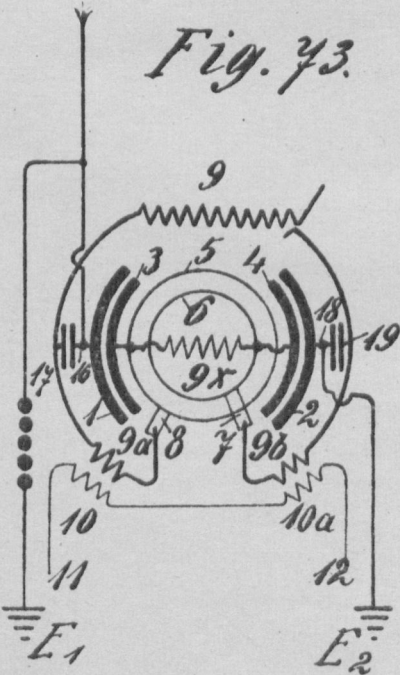
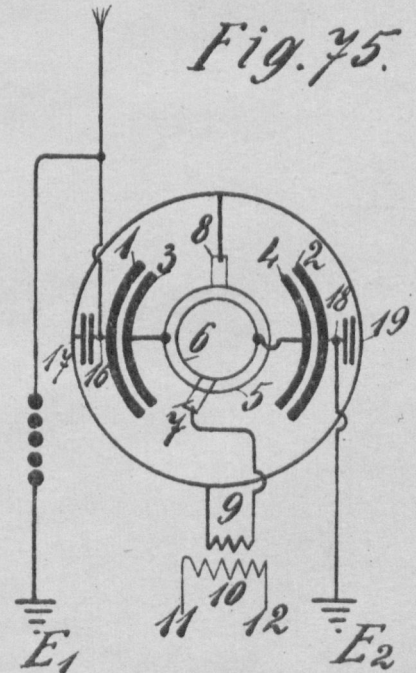
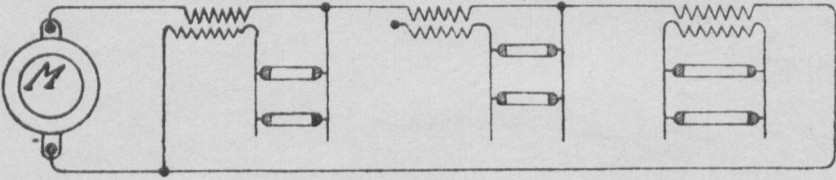


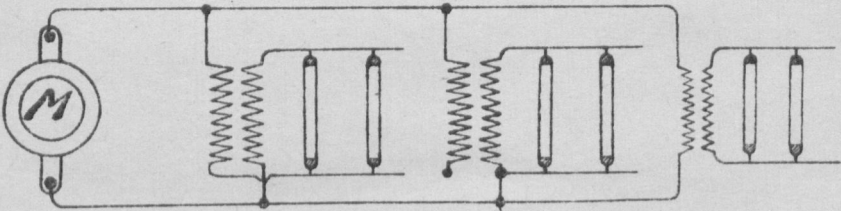
Fig. 75.



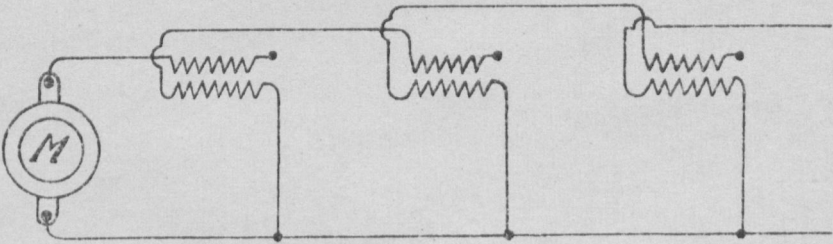
*Fig. 76.*



*Fig. 77.*



*Fig. 78.*



*Fig. 79.*

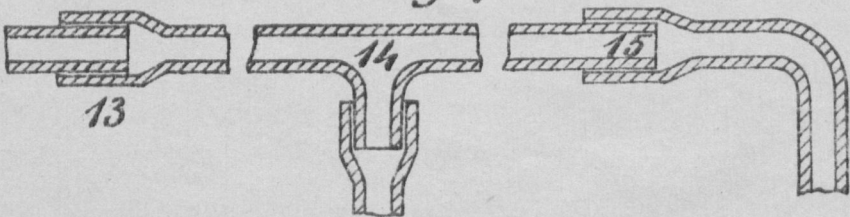




Fig. 80

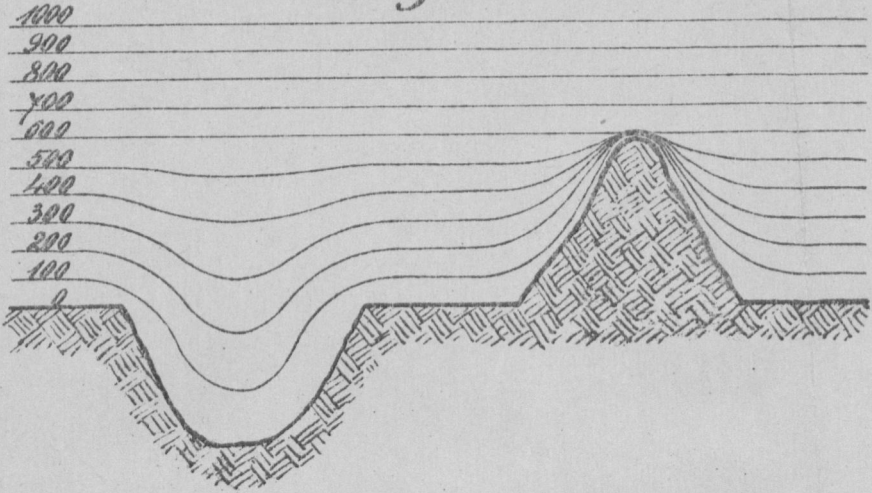


Fig. 81

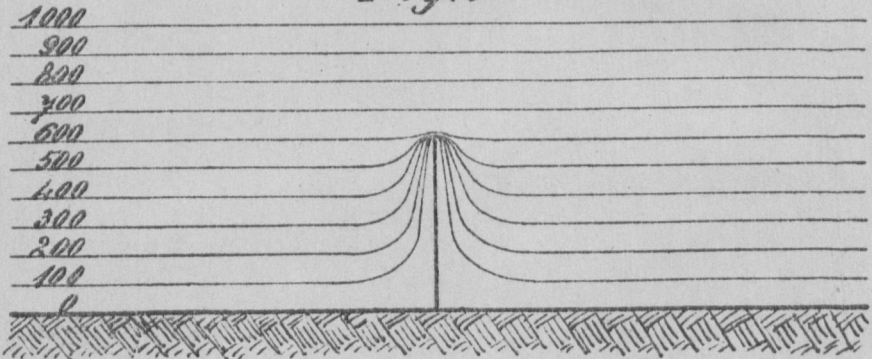
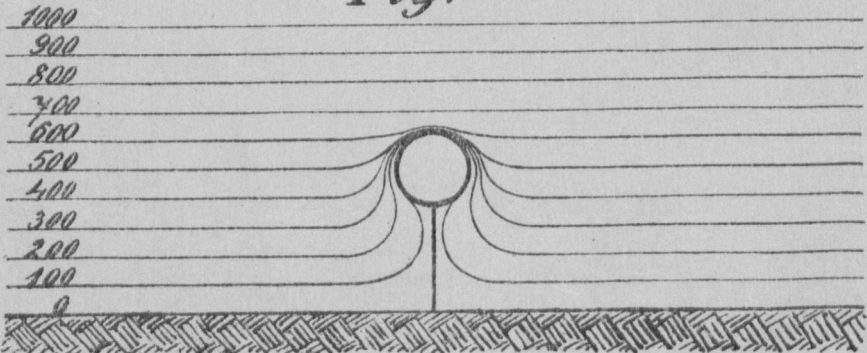


Fig. 82



26.04.54  
NW

B 10.589

lisa: 203001ST

EESTI RAHVUSRAAMATUKOGU



1 0100 00394794 8

B.