

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 Forschungslaboratoriums G. m. b. H.



Verlag von Boysen & Maasch
Hamburg 1920

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 Forschungslaboratoriums G. m. b. H.



Verlag von Boysen & Maasch
Hamburg 1920

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

Druck von der Drnckerei-Gesellschaft Hartung & Co.m.b.H. Harnburg.

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 gelten die Erde, sowie auf Grund der Gesamtladung der Erde angestellt wurden.

Es wurde vom Verfasser festgestellt, daß dies erreicht wird sowohl durch Erhebung voll 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 Kondensatorbatterien 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 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: Make & Schweidler .Die "atmosphärischeElektrizität", VerlagVieweg & 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 nichtversäumen, Herrn Max Thorn zu danken für die erste Anregung, die gesammelten Erfahrungen und Kenntnisse der Allgemeinheit nicht länger vorzuenthalten, und fü

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 anerkennenswerte Ausstattung des Buches und besonders für die gute Ausführung der Figurentafeln hiermit der besondere Dank des Verfassers ausgedrückt.

Der Verfasser.

Harnburg, im Oktober 1919.

Inhalt.

I. Allgemeiner Teil.

Historische Entwicklung

Neuere Literatur; Patente und deren Beurteilung

Ergebnisse der Vorversuche des Verfassers

Vergleich der Sammlung der atmosphärischen Elektrizität mit der der Sonnenenergie

Grundprinzip der Umwandlung statischer atmosphärischer Elektrizität in elektromagnetische Schwingungen

Prinzip der Umwandlung elektromagnetischer Schwingungen in mechanische Energie

Resonanzmotoren und ihre Wirkungsweise

Schaltungsschemata für die gewonnene atmosphärische Elektrizität

Erzeugung von Schwingungen verschiedener Dämpfung

Unipolare Einschaltung der Resonanzmotoren

Antennensysteme zur Gewinnung der atmosphärischen Elektrizität Kondensatormotoren

Unipolare Einschaltung der Kondensatorbatterien

Sammlerballons

Transformatoren zur Umwandlung von statischem Gleichstrom in gewöhnliche Wechselströme

Weitere Art der Erzeugung von Wechselströmen hoher Wechselzahl

Leitungsschemata für hochschwingende Ströme

II. Wirtschaftlicher Teil.

Entwicklungsmöglichkeiten der Erfindung

Ausnutzbare Energiemengen

Theoretische Unterlagen

a) Elektrostatische Felder

b) Ionisation

c) Vertikaler Leitungsstrom

d) Gesamtladung der Erde

Entstehungsursachen des gewonnenen Gesamtstromes

a) Ausgleichstrom

b) Kollektorstrom

c) Hallwachsstrom

Wirtschaftliche Ausblicke

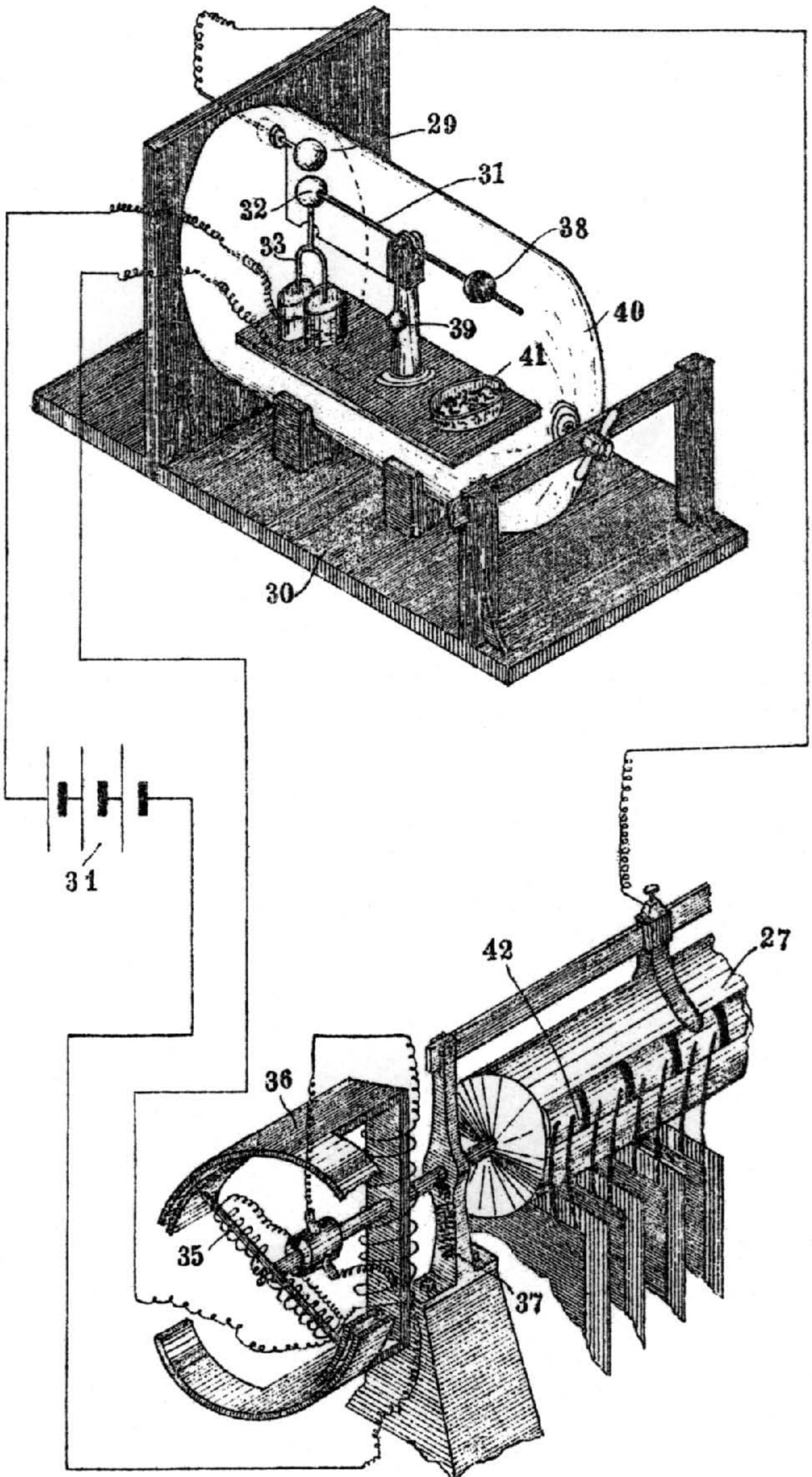
a) Kostenanschlag für eine Anlage

b) Rentabilität

c) Verhütung von Blitzschäden

Schlußwort

Fig. 9.



Allgemeiner Teil.

Die Gewinnung und Verwertung von atmosphärischer Elektrizität für das Wohl und Gedeihen der Menschheit ist schon lang~ 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.

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 zurückwand~rn 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.

.Die Kenntnis der Wirkung und Verwertung atmosphärischer Elektrizität reicht schon viele tausend Jahre zurück, wie wir der HeiligenSchrift entnehmen können. So lesen wir im I. Buch Moses, daß die Bundeslade ilil 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

Einleitang.

~lau.oD, Almoaphiriachc El.k., ; ; ,är.

Hi.tnriscne Entwlcckl....~.

vom elektrotechnischen Standpunkt nur zu einem Schlusse kommen: Moses und Aron wußten schon damals; wie man eine unbekannte göttliche Kraft aus der Lurte 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 Lurte 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 Edelmholz 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. Mache eine Lade aus Akazienholz; dritthalb Ellen soll die Länge sein, 1 1/2 Ellen die Breite und 1 1/2 Ellen die Höhe.

11. Und sollst sie mit reinem Golde überziehen innen und außen (genau wie eine Leydener Flasche); und mache einen goldenen Kranz oben umher.

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

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

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

15. Und sollen dieselben in Ringen bleiben und nicht herausgerissen 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; DAuch 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, d11ß er gütig ist und seine Barmherzigkeit ewig

lich währet."

D11s Volk sah hier den Einschlag eines Blitzes in den auf dem

Tempel errichteten Blitzableiter.

D11ß die Sammlung und Aufbew1hrung der atmosphärischen

Elektrizität sehr gefäh"rlich sein konnte, wenn jemand nicht verstand mit der Bundeslade umzugehen, lesen 'wir weiter im 3. Buch Moses, Kap. 10, wo die Söhne Arons, N11d11b und Ahibu, d~m Herrn Freudenfeuer bringen wollten, was der Herr ihnen nicht befohlen hatteWir 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 FrlInklins mit BJitz

" ableitern 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 Ilm besten durch früher ausgegebene Patente beleuchte.

Das erste Patent, das laut Angabe des Deutschen Reichspatent

amtes erteilt ist, ist das

D.R.P. Nr. 98180 vom t9. Januar 1897. Erfinder: Dr. Heinrich Rudolph in Stc Goarshausen a. Rh.

Trüher
angemeldete
Patente und
deren
Beurteilung.

Der PatentlInspruch lautet:

DEin 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

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 Luftelektrizität 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 ungerah 300 m langer Gußstahlrohre R R, 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 I besitzen (Fig. 3). Auf denselben werden die beiden 300 m langen Stahlrohre R R, 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. Diese 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 mm Querschnitt zu haben, während gegen die Enden des Rohres ein Querschnitt von 2 mm 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 mm Querschnitt ohne Nadel 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. Als dann 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 angeben. 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 Mast M führt, ist das Fesselkabel an der elektrisch betriebenen Winde 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 schiefte.

Es ist nötig, daß Leitungskabel und Fesselkabel in der Luft immer weit genug voneinander 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 Isolator getragenen Gleitring G

geführt ist, durch ein isolierendes Kautschukrohr, indem 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. Automatisch-er 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 laliger 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 I, 4, 5 und 6, letzterer aber ohne Wage und nur mit Elektromagnet in der Erdleitung zur Unterblechung (Fig.4). Das Schienerigeleise muß an . die Erdleitung der Ballonstation gelegt sein, füi'-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 :

I. 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. IQO 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 Transformation hochgespannter Ströme in 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.

will dasselbe erzielen durch folgende Patentansprüche :

1. Verfahren zur Nutzbarinachung atmo-phärischer 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 (II) verbunden ist, aus dem 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 Luftelektrizität, 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 II 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 I, 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 II führt vom tiefsten Punkt das Rohr 26 zu, dem im Korb 6 untergebrachten Schlangenrohr 12, das wieder mit dem in den oberen Teil des Zwischenraumes II mündenden Rohr 13 verbunden ist. Das Schlangenrohr wird mittels

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

Unter dem Korbe ist das mit den Drahtnetzen leiend 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. ~ I). 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 Wasserteilchen in Berührung kommt, erreicht.

Die vom Kollektorringe 17 abgeleitete Elektrizität besitzt nicht eine zu hohe und eine viel zu sehr wechselnde Spannung, um direkt verwendet 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 des die 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 anderen 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 Quecksilbernapfchen 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 mittel~ 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 konstanthoch 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 neuern beginnen kann. Bei größeren abzuleitenden Elektrizitätsmengen können zwei rheostatische Maschinen ab~echselnd 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 ~en schweren Metallnetzen und -spitzen an und für sich eine aussichtslose Sache.

Im weiteren sei das

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

dermaßen:

.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 Luftpoteletrizität 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 Luftpoteletrizität mittels senkrechter oder schräger Leiter .

Das heue Verfahren zum Auffangen von Lufterlektrizität mittels längerer vertikaler oder sr:hräger 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 durrr:;h Einsr:;haltung 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 Au~strahlung 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 horr:;h in der Leitung anzubringen." * *

*

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

Daß solche Einschaltung Vorteile bes!tzt, kann nicht geleugnet werden; sie ist aber praktisch nicht ausführbar, wovon sir:;h 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 Nutzbarmar:;hung von atmosphärisr:;her Elektrizität gemacht haben will und für diese Zwecke Geld sucht.

Versuchte man, sir:;h 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 gleir:;hen Gedanken :

Es wurde ein Ballon aus Seide vorgeschlagen, der ein Netz mit vielen Nadeln tragen sollte. Auf welche Weise die Anlj!ge vor Blitz oder Überspannung g~schützt 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 obenGesagtem 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 metallische.s

Ergebnis der Vorversuche.

Sammelnetze trugen, nicht zum Ziel führen konnten. Der Ballon mußte zu große Lasten tragen und erhielt deshalb zu großen Umfang. Sturm, Regen- und sonstige atmosphärische 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 war, zu verwandeln, waren noch nicht bekannt. Das alles mußte erst gefunden werden.

Hauptgründe
der bisherigen
Mißerfolge.

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

I. Alle Erfinder haben auf einzelnen Luftballonen aus nichtleitenden, zerreißenbaren 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'.

1 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 durch 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) Jeder Ballon kann man leicht durch eine Winde heben und senken, so daß alle Reparaturen, Nachrücken 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 Kondensatorenbatterien 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 Vergleich der Sammlung der Sonnenwärmeenergie verglichen werden. In dem Zylinder, in dem es auch an heißen Sommertagen unmöglich, in einem Kessel, dessen Oberfläche den Sonnenstrahlen gleichmäßig ausgesetzt ist, das Wasser der Sonnen zum Kochen zu bringen, wenngleich die Sonne auch große Wärmemengen abgibt.

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 qk!ß anzuziehen Vermögen. Es müssen jedoch hierbei eine Reihe anderer Verhältnisse in Betracht gezogen wer~en, 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 Anw~ndung 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 g~eignete 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 Nutz!}rmachung 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 Funkdurchschlag 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 E.klärung des neuen O. und die Energie umgewandelt, was den Hauptpunkt der Erfindung bildet, sondern die statische Elektrizität, die durch Antennenleitungen in atmosphärischer Elektrizität in Form von Gleichstrom sehr hoher Spannung und kleiner Stromstärke zur Erde läuft, wird umgewandelt in elektrodynamische Schwingungen

Energie hoher Wechselzahl. Hierdurch werden viele Vorteile erreicht und alle Nachteile beseitigt.

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 zuzuerwenden, 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 Induktiv

widerstand 9 ein geschlossener Stromkreis bildet, so entsteht Q, 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 Schaltungen und Regulierungsschemata konstruiert wurden. Durch diese Erfindung allein ist die Möglichkeit gegeben, atmosphärische Elektrizität für die Technik wirklich als praktisch bequeme Energiequellen 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 (al, bl, Cl), 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 Luftantenne 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. 1,5 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 d.r
Umwandlung
elektro-
magnetischer
Schwin-
gungen In
mechanische
Energie.

Die Wirkungsweise der geschlossenen Schwingungskreise, bestehend aus Funkenstrecke 1 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 Hysterisis 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.

Resonan-
Motor. n.

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.

Mg. 15 zeigt die erste Form einer derartigen Maschine. Der Unterschied zwischen dem Prinzip des Bau'es 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 überzwei Kondensatoren -?a und 6a verbunden. In gewissen Fällen können die Kondensatorbelegen 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 11 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 I 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 1/2 oder nur 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, stellt man in der Mitte (in Fig. 15 durch 3 und b, b, b bezeichnet) eine Slab oder eine Röhre. Zwischen den einzelnen Röhren und auch zwischen den Erreger Elektroden 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 Isolierrahigkeit aufweisen. Nach der oben beschriebenen Ausführung erhält man bei guter elektrischer Isolierfähigkeit eine mechanische Festigkeit, die allen Anforderungen der Motorbau.kunst 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 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 I 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 asynchronen 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.

Wirkungswirkungsweise der Resonanzmotoren.

Nach oben angegebener Vorerklärung über die Ausführung der

Resonanzmotoren, die Wirkungsart dieser Motoren zu beschreiben (Fig. 15). Die hoch

schwingenden 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 ($\lambda/4$ oder $1/4$ Wellenlänge).

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

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 (b b b ... 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 b b b mit drei Elektroden) um II. Wellenlänge verschoben.

Zum besseren Verständnis werden in der weiteren Beschreibung Nomenklatur der Schwingungskreise (oszillatorische Kreise) und die Schwingungskreise

ohne dritte Elektrode (a a a ...) sekundäre Schwingungskreise (oder sekundäre oszillatorische Kreise) genannt. Weiter werden die im ersten Kreis gebildeten Schwingungen als primäre und im zweiten Kreis (a a a) als sekundäre Schwingungen bezeichnet; ferner werden die Schwingungen in der dritten Elektrode Ladeschwingungen und die Schwingungen im Rotor Rotorschwingungen genannt.

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 1/2 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

Wachseistrommotoren. 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 Schwingungskreis. 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 $\frac{1}{\omega}$ Periode verzögert (bei richtiger Einstellung des Widerstandes) oder um $\frac{1}{\omega}$ 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 $\frac{1}{\omega}$ 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 I 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 kurze Verch)edene
auf dem Rotor in dit: Stator oder Rotorfläche eingebettet. Es ist ~:In~frodSun aber auch möglich, manchmal
sogar sehr erwünscht, 4ie ein torundStator.

zeInen Elemente der Schwingung~kreise ähnlich wieHaefner-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 gegenüber der
auf der andern Seite der Rotorfläche liegenden Verbindungsleitung (Fig. 17 mit 3
bezeichnet), oder bei mehrpoligen Rotoren bei gewünschter Abbiegung.

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

In gleicher Weise wie den Rotor kann man auch den Stator wickelll. N ur müssen die
Verbindungsleitungen am Ende zur Seite gebogell werden.

Solche Typen gestatten eine besondere Ausnutzung des Verbindungsleiters 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 bezeichnet) statt eines
Verbindungsleiters dieser' 8elege ein zweites, dem ersten gleiches Kondensatorrohr zu liegen
kommt. Beide Kondensatoren werdell an den Enden durch Leitungen miteinander in Serien
geschaltet. Man hat die Möglichkeit, in der Art folgende neue Formen von Rotorwicklungen
~uszuführen :

- 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.

Schallung.. Bishe~ wurde nur der Bau und die AusführQng von Motoren

=~::~n~a: geschildert, die mit elektromagnetischen Schwingungen hoher Wechs~fne-tllcheat. zahl betrieben werden können, sowie die Grundprinzipien der

m-phirioche

Elektrl.tlil. Anwendung solcher Motoren zum -Zwecke der Ausnutzung von atmo

sphärischer Elektrizität. Man ~uß 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 Oberspannungen sichert und das Betriebspersonal vor Gefahr schützt.

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

Elnochaltung
von Schut..
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 aufdasAntennennetz 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 !nduktionskoeffizient selbst, im Verhältnis zur Motoranlage richtig berechnet sind, so ist es möglich, von dem Anrennennetz nur gewisse Mengen Elektrizität abzuneITmen, ohne befürchten zu müssen, daß ein plötzlicher Ausgleich der Im Antennennetz aufgespeicherren großen Elektriziräismengen zur Erde, z. B, in Form eines Blitzes, die ganze Anlage zerstören würde.

Es isr somir auch die Möglichkeit gegeben, kleine Transformatoranlagen zur Umwandlung von statischer Elektrizität in dasAntennennetz mit sehr großer Energiemenge einzuschalten, ebenso wie in einem Wechselsromnetz kleine Transformatoren auch dazu dienen können, Strom mit sehr hoher Spannung und Energiestärk~ umzuwandeln,

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

Etwaige OberspanQungen werden, wie schon erörtertwurde 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

magnete.

in elektromagnetische Schwingungen anwendet.

Die Zahl der in

die Antennenleitung eingeschalteten Schutz elektromagnete und ihre Einschaltungsweise kann folgendermaßen variiert werden:

- 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 (0) 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 Statorklemme (I) zum Rotor, durch diesen zur Statorklemme (2) und dann *zur* Erde (E).

Elektrizität aufgeladen, so kann man diesen Stromkreis über Motor M als 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 E₁) geschlossen. Die Funkenstrecke 7 kann dabei verlängert oder ver. kürzt werden, indem man durch Hebel 7 b mehr oder weniger Teilfunkenstrecken hintereinander einschaltet.

Schema 28 veranschaulicht eine unipolare Einschaltung des UnipolareEin

Motors IOS Antenne z. H. Hier werden zwei Schwingungskreise Resonanz. durch ein und denselben Motor geschlossen. Der erste Schwingungs motoren. kreis geht von Antenne A über Elektromagnet S, Stelle X, Induktions widerstand 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 XI ausgehend, über Induktionswiderstand 9 zur äußeren Kondensatorbelägung 6 bei Punkt X8 und durch den Kondensator 6 über Funkenstrecke 7 zu XI zurück.

Der Motor selbst wird zwischen Funkenstrecke 1 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, und über die Funkenstrecke und Spirale 9 zu x zurück. Der zweite Schwingungskreis läuft von x aus über Motor M zu x, und über Spirale 9 zu x zurück. Dieser Schwingungskreis ist ungedämpft, 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.

Schaltung für
größere
Strom
leistungen.

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 über die zwei Lamellen (3a und 4a) des einer Wheatstonschen 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

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 tose Kuppelung und auch einen funkenstreckentosen 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 verhindert, daß die dU-:~h.

im Schwingungskreis gebildeten elektromagnetischen Schwingungen richte..Queck hoher Wechselzahl auf die Antennenleitung zurückwirken, Sie beruht cBilberlampe.

auf dem bekannten Prinzip, daß eine Quecksilberlampe, deren eine Elektrode als 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

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 90-400 C liegt, erfolgen. Selbstverständlich müssen die Funkenstreckengehäuse isoliert und genügend stark sein, um etwaiger Druckbildung Widerstand leisten zu können. Etwa sich bildender, nicht gewünschter Oberdruck 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.

Verchiedene
Ausführungs-
formen und
Schaltungen
für
Antennen-
systeme"

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 Sickerungsfunkenstrecke, 7 die Arbeitsfunkenstrecke, 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.

Antennen-
türme und ihre

Bauart.

Es können aber in der Praxis sehr hohe Türme (bis zu 300 m) verwendet werden. In diesen Türmen 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 Luftpoletrizitätssammlern 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 Antennenringsysteme in Gebieten verschiedenen Potentials per Voltmete! (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) vermittels der Magistralleitungen D und D, ausgeglichen werden. Auf Fig. 49 ist eine Schaltung solcher drei Sammlerringe zu einem Dreieck mit zentraler Kondensatorenbatterie gezeichnet.

Die Kondensatorenbatterien 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 können 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 Wirkungsweiser 10a den-
 Die Bürste 1x ist über den Kollektorring 16 mit Rotorcondensator motoren. B
 fläche 3 verbunden. Sowohl die Statorfläche 1 wie die Rotor
 flächen 3 und 3a werden auf diese Weise mit positiver Elektrizität geladen, Durch diese
 positive Elektrizitätsladung an den Rotorcondensatorflächen 3 und 3a wird eine negative
 Ladung auf den andern Condensatorbelägen 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

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 3 x mit der Statorfläche I 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 Messungs

zwecke. 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 Flg. 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 Ba, ga 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.

Venehedene Arten der M II h D' h d h F I ..
 Statorflächen jedoch stark und geben kaum 10 bis 15% Nutzeffekt, Die Umer urc oucau tstrom
 für Kondensatormotoren. suchung ergab aber, daß der Nutzeffekt erheblich erhöht wird, wenn
 in das Metall der Stator und Kondensatorflächen gewisse Formen eingeschnitten werden. Einschnitte in
 Spiralform 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.

Statt 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 ersiehende 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 wirksam

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 voneinander 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. *J*

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.

URJpolare
EIRSchaltung
der Kondensator-
batterien.

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

Sammlerballons.

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 zusammengenietet, 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, .andererseits 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 Nachrüllen 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 EI, und zweitens über Elektromagnet SI, Punkt 13, zu einem zweiten losen Elektromagneten mit regulierbarer Wicklung S" dann

zur Funkenstrecke 7 und zur zweiten Erdleitung Ei. 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 SI und S., 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 $\frac{1}{2}$ 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 $\frac{1}{2}$ 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 S1 und S2 können mit solchen Reguliervorrichtungen versehen werden (bei S, durch 11 dargestellt). Bildet sich Überspannung, so wird diese, da sie für die Anlage gefährlich ist, durch Leitung 12 und die Funkensirecke 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 Zinkamalgalam oder Goldamalgalam 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
ballono.

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

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

Hentellang Es ist bekannt, daß der Spitzenwiderstand desto kleiner ist, je
derSpitzenfü. die Sammler SC är erf dte Spitze ist. Daßer ist es für diesen Zweck "ü erst
ballons, :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 Drßhten durch Ziehen oder Walzen hergestellte Nadeln mit glatten
Manielflächen als -Kollektorsammlerspitzen einen mehrfach größeren Spitzewiderstand als
solche mit rauhen Flßchen. Verschiedene Arten von Spitzenkörpern wurden für die oben
beschriebenen Sammler

ballone untersucht, Das beste Resultat gaben Spitzen, die nach
folgender Methode hergestellt waren: Aus Stahl, Kupfer, Nickel oder Kupfer Nickel
Legierungen hergestellte fein~ Nadeln wurden in Bündel zusammengebunden und dann als
Anode mit den Spitzen in einen geeigneten Elektrolyten gebracht (am besten in Salzsßure
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 Sßure 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 N adeln 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 hñ7;ufügt, Solche Nadeln verlieren ihren
Spitzenwiderstand schon bei sehr geringer Spannung und zeigen durch Hervorrufen stiller
Entladungen eine ausgezeichnete Kollektorwirkung.

parallelgeschal. Auf Fig. 57 waren die freiliegenden Pole untereinander nicht
tang un po ar eingeschal. parallel geschlossen. Das ist in der praxis gut möglich, ohne das

teter \conden. Pnnzlp der freiliegen end Pole sonst zu veran ern, · d Es Ist erifer
batterle,n, zweckmäßig, eine Reihe von Sammlerantennen zu einem gemeini,
samen Sammlernetz unter sich parallel zu schalten;

Fig. 58 veranschaulicht ein Schema für eine solche Anlage. A, At, AB, A sind vier metallische Sammlerballons mit elektrolytisch hergestellten, bei Anwesenheit von Polonium-Emanationen oder von Radiumsalzen vergoldeten oder plattinierten Nadeln, die über vier Elektromagnete S₁, S₂, S₃, S₄ (durch eine Ringleitung R verbunden sind. Von dieser Ringleitung gehen vier Leitungen über vier weitere Elektromagnete Sa, Sb, Sc, Sd zum Vereinigungspunkt 13. Dort teilt sich die Leitung, die eine geht über 12 und Sicherungsfunkenstrecke 8 zur Erde bei EI, die andere über Induktionswiderstand J und Arbeitsfunkenstrecke 7 zur Erde bei E. 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:

Tranforma- Es wurde bei Versuchen mit Kondensatormaschinen -be
toren zur Um- wandlung von SC h en h au f Seite 67 b)S 7 7 -eo de tet, b h daß der R otor, wenn
In i wsh n. 1 den Antennen und den andern Pol mit der Luftelektrizität sammeln
11 ce ewe h 1 sich
5me. nicht nur als Motor dreht, sondern, wenn man umgekehrt die RotOr
verbindung mit dem Stator löst und den Rotor von einem andern Motor drehen läßt, daß dann die
Bürsten einen Wechselstrom li~fern, dessen Perioden von der Zahl de}" Pole und von der
der U m

drehungen 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 Luftelektrizität 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 Kollektoringen 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 II und 12. Wenn durch die Akkumulatoren batterie die Statorplatte I 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

.I. 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° 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.

Wirkung.
weise der
Trans-
formatoren.

Fig. 60 veranschaulicht eine solche Schaltungsweise. Die Statorfläche 1 ist mit der Luftantenne verbunden, und zwar mit einer Abzweigung derselben von der Sicherungsfunkentrecke F, die bei E1 geerdet ist. Statorfläche 2 wird direkt bei E2 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 Kollektorringsen durch .

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 oszillatorisch~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 Kollektorringe 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 Transformatortypus 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 Ringe 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 I 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 feststehenden 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 niedriger Wechselzahl (ohne Verwendung von Funkeilstrecken) zu transformieren, erweist schon die Lebensfähigkeit und äußerste Nützlichkeit dieser Apparate. Sollte in Zukunft der Bau größerer Aggregate nötig werden, sind Transformatorenanlagen so konstruierbar, daß Motoren, die durch von einer Anlage mit Funkenstrecke gewonnenen Strom gespeist

c

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

Zusammen-
fassung 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 Untergerüst be-

festigt werden.

2. Verwendet man Einschnitte in Spiralform, 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. *J*

3. Die größte Wirkung wird erzielt, wenn die Rotor- und Statorflächen aus geeigneten dicken Drähten in fächerförmiger Spiralform 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 Spiralform gebogene Drähte in eine besondere Hartgummimasse eingelassen werden (siehe Fig. 69), so daß eine glatte Polfläche gebildet wird, ähnlich wie bei Phasen-

motoren.

Erzeugung von
Wechsel-
strömen 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, so daß 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 abzweigend. Der negative Erdpol ist gleichfalls mit einem zweiten Ring 1 verbunden, von dem wiederum zwei Pole 1 und 2 abzweigend sind. Selbstverständlich kann auf gleiche Weise eine beliebige Anzahl Pole abzweigend 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 vermittle zwei 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 oszillatorischer Kreis erzielt, der auf den Erregerstrom im Stator einwirken kann. Dies ruft aber eine periodische Veräflderung 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 Sammellantennen zwischen dem Statorpol II (Fig. 72) und einem Kondensatorpol 16 angeschlossen ist und die Erdleitung zwischen einem zweiten Statorpol 2 und Kondensatorpol 18. Die anderen 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 ga 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.

I

In Fig. 74 ist ein 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 Schaltungen 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 U mformer möchte ich mit der Beschreibung Sc~::~ii.
einiger Schemata für die Leitungen von hochschwingenden Strömen hochschwln
hoher Wechselzahl abschließen. gendeStrilme.

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

Pflanzen sich Ströme hoher Schwingungszahl (über 106 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
Drilhte 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 rtir die Form des Feldes von Bedeutung ist, ob man einen
oder,wei Drähte nimmt und im letzteren Falle, wie groß der Abstand derselben ist.

Es ist nicht richtig zu ~agen, die Wellen pflanzen sich ~in den Drähten" fort; sie tun es
überall da, wo die Energie sich fortpflanzt, d. h. im wesentlichen a~ßerhalb 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 Drilhte, während gerade das Drahtinnere unberührt
bleibt. Die Drilhte 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 könnien. 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: "In-
duktionskoeffizientsehr groß gegenüber Widerstand" kommt bei solchen Strömen nur bei der
Verwendung von Spule? mit Eisenkern vor.

Daß aber die Verhältnisse bei Strömen von hoher Wechselzahl (Größenordnung 106 pro Sekunde und darüber) ganz anders liegen, möchte ich durch das folgende einfache Beispiel erläutern1:

Bei einem Strom von 3 · 106 Wechsell pro Sekunde, dessen Bahn durch einen Kreis von 50 cm ~ aus Kupferdraht von 5 mm Stärke gebildet wird, ergibt sic'r1 :

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

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

$$\text{also: } 1I:np = 1I: .3. 106. 1472 = 1,39. 1010 \text{ CGS...}$$

$$\frac{\sim 439}{w}$$

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:

$$\sim 110$$

$$w$$

Der Induktionskoeffizient ist also immer noch 110 mal größer als der Widerstand. Daraus folgt: für Ströme hoher Wechselzahl von der Größenordnung 106 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 "ei 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

1 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.

Die-se Fragen können noch nicht restlos beantwortet werden,

da die praktische Verwertung der atmosphärischen Elektrizität sich im Anfangsstadium der 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 drahtlosen Telegraphie und Telephonie.

Der erste nun, der sich mit einem solchen Problem intensiv En befaßt, legt ebenso wie Marconi den Grundstein für ein großes derErfindung. 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, andererseits 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. octie 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 Vor

handensein 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 Erstarbung des Kredits und eine Besserung der Valuta, somit auch ein Failen 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 u~d 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. .

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 VOD 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 Wasserrallen gewonnene Gesamtkraft nur 31/10 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 ~4 Stunden tätig sein mußten. Bei nur achtstündiger Arbeitszeit sind bis zu 1/10 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 Wasserralle 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 finnischen 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 Zinkamalgame bedeckt war, in 300 m Höhe aufsteigen und erhielt mittels eines verkupferten Stahldrahtleiters einen ständigen Strom (unter Verwendung von Funkenstrecken) von durchschnittlich 400 Volt X 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 10X10 = 100 Antennen

bei gleichen Bedingungen eine Gesamtenergie von ~ 6,8 " 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 Höh- 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
ge
winnende
Energie. mengen
auf tqkm.

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 Entwicklungsrichtungen. . . Eine erhebliche Verbesserung würde noch durch ein Mittel ermöglicht, das es erlaubt, die negativen Ladungen der Luft zu isolieren 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 negativerweist 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 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 Ionen.

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. Die dadurch auftretende Leitfähigkeit ergibt als:

$$I = E(n_+ v_+ + n_- v_-) \text{ st. } E''$$

worin n die Zahl der Ionen pro cm^3 angibt mit je nach dem Index positivem oder negativem Vorzeichen, v die spez. Geschwindigkeit, also die Geschwindigkeit in cm/sek , e die Ladung des Elementarquantums. E besitzt den Wert von etwa $4,7 \cdot 10^{-10}$ st. E. Die Zahl der beweglichen Ionen in den unteren

Schichten der Atmosphäre n_+ und n_- beträgt etwa je 1000 pro cm^3 ,

wobei aber n_+ im allgemeinen etwas größer ist als n_- . Die spez. Ge

schwindigkeit v_+ und v_- ist, von den sehr trägen Molionen abgesehen, cm./sek.

Gefolge der Größenordnung nach Ionenbewegung

$$v \propto \sqrt{E}$$

1 Dr. M. Dieckmann, Experimentelle Untersuchungen aus dem Grenzgebiet zwischen drahtloser Telegraphie und Luftelektrizität, 1. Teil, Seite 8.

elektrostatischen Spannungseinheiten rund den Wert 300 (im allge

-+

meinen ist v etwas größer als v). Daraus berechnet man den Betrag der Leitfähigkeit der Größenordnung nach wie folgt:

$$) = 4,7 (1000 \times 300 + 1000 \times 300) \cdot 10^{-10} \\ = 3,0 \times 10^{-4} \text{ t.E.}$$

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, t. h. ist die Zahl der pro Sekunde neu gebildeten Ionen gerade so groß geworden wie die Zahl der durch Wiedervereinigung verschwindenden, so wird :

$$n = \frac{q}{a}$$

wobei q die Ionisationsstärke und a 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 durch 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 Potential

Vertikale..
Leitung..
Strom!

gefälle von 100 Voltmeter oder \sim und einer Leitfähigkeit von:

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

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 Maßstab:

$$33 \cdot 10^{-16} \sim, \text{ cm}^2$$

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 reinen & um 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 Linearantennen.

Ebenso geben aber auch Linearantennen bedeutend größere Strommengen. So gibt schon z. B. eine nur 45 m hohe Linearantenne

Stromstärken von 10^{-9} ~ statt wie oben: $3,3 \cdot 10^{-16}$ ~.

qcm 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 $u \sim d$, 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

\bar{v}

$$dV = 100 \text{ Voltmeter}$$

angegeben und daraus für den Leitungskoeffizienten:

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

(der elektrische Druck $211: l]$ beträgt also im Durchschnitt pro qcm

Gesamtladung $4,5 \cdot 10^{-7}$ Dyn.). Versuchte man nun nach die durchschnittliche Gesamtladung der Erdoberfläche einzuschätzen, so würde diese nur ~ 015 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 Sammelbaljen mit großer Oberfläche, statt wie bisher nur mit Spitzen, das elektrostatische Kraftfeld verändert und die Kraftlinien an der

Spitze stark zu sammengedrückt 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 Theorie der

Oder kürzerer Zeit per ISG. h mit der Erde (auf diese Weise wird die Sammlung durchfunken diese Verbindung laut vorliegender Erfindung erzielt), so fließt die 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.

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 verwenden. Ebenso kann, wie schon gesagt, durch geeignetes Einschalten von genügend großen Kondensatorenbatterien 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 ge Entstehungsursachen des wohnen werden können, ohne die Erklärung dafür zu geben, aus gewonnenen welchen Stromarten sich der gewonnene Strom zusammensetzt, und Stromes. aus welchen Ursachen heraus er entstanden ist.

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 f vorstellt, so erhält man durch Zusammenstellung der Komponenten des Gleichstromes als Summe die Formel:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots, 1.$$

ohne sich darauf einzulassen, daß einzelne Glieder I_j bis I_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

$$\left(\frac{dV}{dh}\right)_{\text{Boden}} = 100 \text{ Volt / Meter}$$

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

$$\left(\frac{dV}{dh}\right)_{\text{Spitze}} = 1000 \text{ Volt / Meter}$$

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 Antennenfußquerschnitt geht; Bezeichnet i den normalen, vertikalen Leitungsstrom und l die Höhe der Antenne, so gelten annähernd die folgenden Formeln:

$$I_1 = i \cdot l \quad \text{12 Ampere (bei Linearantenne)}$$

$$I_2 = n \cdot i \cdot l \quad \text{12 Ampere (bei Schirmantenne; unsere Ballonantennen s. Fig. 82);}$$

1 Dr. M. Dieckmann I. Teil; S. 53 und 56. Vgl.; diese Abhandlung S. 111.

"Selbstverständlich hängt der Strombetrag in hohem Maße vom Material des Leitungsdrahtes, von seiner Oberflächenbeschaffen

heit usw. ab.

Kollektorstrom: Die zweite Ursache der Strombildung ist weniger einfacher Natur, denn der Antennenleiter stellt 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 L-förmige Antenne angenommen, die an ihrem oberen Ende in zahlreiche scharfe Spitzen ausläuft. Wenn nun das Potentialgefälle, das in die Nachbarschaft des oberen Endes hineinreicht, groß genug ist, 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 voll 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, Knickpunkte 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 unstillen Schwanken des Kollektorstromes führen wird.

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

weiter abhängig sein von dem jeweiligen Überschuß des Potentialgefälles \sim , vermindert um einen unwirksam bleibenden Betrag a

und endlich von einem Faktor A'' (hier die Antennenoberfläche hinsichtlich ihrer Spitzen charakterisiert, so daß annäherungsweise folgende Formel gilt:

$$J'' = A'' \cdot I; (\sim -a) \text{ Ampere.}$$

A'' erhält somit die Dimension einer Leitfähigkeit und kann experimentell abgeschätzt werden.

Das zweite wesentliche Teilglied 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:

$$J_{III} = \sim \cdot I_i \cdot A_i \text{ für Linealantennen, und}$$

$$J_{III}' = I_i' \cdot A_i' \text{ für Schirm oder Ballonsammelantennen.}$$

A_i 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 Gerälle bestehen. Es ist wesentlich zu beachten, daß der Teilstrom J_{III} 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 auch A_i nicht ohne Einfluß sein.

Hallwachsstrom: Die dritte Ursache der Stromerzeugung ist durch den Hallwacheffekt gegeben. Bei Belichtung mit ultraviolett (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 fest. gestellt worden.

Annähernd könnte folgende Formel gelten :

$$I_8 \text{ (Hallwachsselfektstrom)} = 2 \cdot A_8 \cdot H \text{ Ampere,}$$

wobei A_8 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 BQdungen 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 ab von derartigen, ausgesprochenen Störungen ab, so ergibt sich nach den Ausführungen von Dr. M. Dieckmann als Strom im Erdungsquerschnitt folgender Näherungsausdruck für eine Linearantenne:

$$I_L = 4 \int I + \left(A \int \frac{dv}{dl} + A \cdot 4 I \right) + 2 A_s H \text{ Amp.}$$

und für eine Schirmantenne:

$$I_s = n \int i + \left(A \int \frac{dv}{dl} + A \cdot 4 I \right) + 2 A_s H \text{ Amp.}$$

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 I_L und I_s , die die dargelegten Ausführungen zahlenmäßig wiedergeben.

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

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

oder ausgewertet:

$$I_i = 1,27 \cdot 10^{-12} \text{ Ampere.}$$

Nach dem Verfasser des genannten Werkes bleibt dieser Strombetrag lediglich 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 $\cdot 10^5$ Ionen pro Sekunde erzeugen. Setzt man diesen

Maximalwert, der wegen der nicht völlig freien Lage der Antenne als Überschlagswert berechnigt erscheint, ein, so berechnet sich zunächst der von diesen Ionen unterhaltene Sättigungsstrom I_1 :

$$I_1 = 4,7 \cdot 10^{-10} \cdot 1,05 \cdot 10^8 \cdot 3,33 \cdot 10^{-10} \text{ Ampere}$$

$$= 1,64 \cdot 10^{-11} \text{ Ampere.}$$

Aus der oben aufgestellten Formel für Kollektorstrom bei Linearantennen kann man den Wert für A bestimmen, und $1,64 \cdot 10^{-11}$

Mit Hilfe von A kann man sich nun weiter mit der früher erläuterten Kollektorstromformel für Schirmantennen die Stärke des Teilstromes I_1 in der Schirmantenne berechnen. Man erhält:

$$I_1 = 1,03 \cdot 10^{-11} \cdot 4500 = 0,66 \cdot 10^{-10} \text{ Ampere,}$$

d. h. der von den niedergeschlagenen Substanzen unter dem Einfluß des Erdfeldes erzeugte Kollektorstrom betragt 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 Potentialgeralle abhängig sind, und zwar am besten durch Vergleich der täglichen Kurvenblätter, auf denen die Messungen der Potentialgeralle des Antennenstromes eingetragen sind, bei einem Potentialgeralle von nur 220 Voltmetern ergibt sich beispielsweise ein Strom:

$$I_1 = 3,9 \cdot 10^{-11} \cdot 4500 \quad (2,2 \sim 2,0) \text{ Ampere}$$

$$= 17,6 \cdot 10^{-12} = 3,5 \cdot 10^{-11} \text{ Ampere.}$$

Bei 400 Volt ergibt sich aber ein Strom von:

$$I_1 = 3,52 \cdot 10^{-7} \text{ Ampere.}$$

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

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

Wahrheit-
liebe Au-
bleibe.

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

, Siehe bereits angezogenes Werk, 10. 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.

Zweck einer Anlage.

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 Potentialgeralles 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 421f.), so genügt 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:

- | | | |
|--|----------------------------|------------|
| 1. 10 Sammelballons mit Hebe- maschinen und den dazu nötigen Einrichtungen | Mk. 10000. ...Mk. 100 000. | Annahemder |
| 2. Sicherheitseinrichtungen, Transformator usw. | .50000,- | Anlage. |
| 3, Koqdensatorenbatterien und Leitungen. .-., .50000. | | |
| 4. Ausgaben für Personal und weitere <u>Versuche</u> " | <u>100000.</u> | |
| | Mk. 300 000. | |

Mit diesem Aufwande von Mk. 300 000. würde man dann im ungünstigsten Falle 25, 24 .360 = jährlich 216000 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) N Mk; 100 000. Einnahme bedeuten würde. Die jährlichen Ausgaben würden sein:

| | |
|---|-----------------------|
| 1 Ingenieur... ;..... | ' .. :: ...Mk.10,000. |
| 2Arbeiter.-;," ;..... | :',,,c" 10000,~ |
| Sonstige' Auslagen, Apparatur..... | ; " ... ,, » 10000;~ |
| A r n o r t i s a t i o f i - d e s G r u n d k a p i t a l s v o n M k ; 3 0 0 0 0 0 . ~ | |
| zu 10% in 10 Jahren | ' |
| | <u>N.' 30000,-=</u> |
| | 'Mk. 60 000. |

,Es, bliebe demnach immerhin ein Reingewinn von Mk.40(Xj)();...; bei' einem Grundkapital von Mk; 300000;-;alsotundr3%~ 'Wenn

wir'nunbedenken, daß heute dieStrompreise für eine Kilowattstunde Mk. ~,75anstatt von uns eingesetzter Mk. -.50 betragen, und d8.ß 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 wurde 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 Blitischlag 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 %/Q, so daß hier allein jährlich 11 Millionen Mark verlorengelangen. 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 ^{Schlusswo} für diese neue weltbewegende Erfindung geweckt .zu haben. Ein großes un~ 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.

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.

7
5

