



Staats- und
Universitätsbibliothek
Bremen

Staats- und Universitätsbibliothek Bremen

DFG Projekt Die Grenzboten

Die Grenzboten

Berlin u.a., 1841 - 1922

Jentsch, Otto: Drahtlose Telegraphie und Telephonie mittels elektrischer
Wellen

urn:nbn:de:gbv:46:1-908

anscheinend schon Bewußtlose durch ein ihn betäubendes Wort, das er hört und versteht, noch einmal geweckt wird. Den Ausdruck „Todeskampf“ erklärt Bloch für unzutreffend; das Sterben sei meist ein ruhiges Entschlummern. „Und wenn du dich über den Toten beugst, um noch einmal seinen Blick zu suchen, dann siehst du, daß sein Auge den Ausdruck des Erstaunens zeigt: es ist groß und klar geworden.“ Ein Spitalgeistlicher, der Hunderten von Sterbenden beigestanden hat, sagte mir, auch bei solchen, deren Gesicht vorher schmerzlich verzogen gewesen sei, trete im letzten Augenblick ein überraschender angenehmer Wandel ein: der Sterbende lächle, und sein Antlitz trage den Ausdruck eines Menschen, der plötzlich etwas Schönes erblickt. Bloch schließt: „Der leibliche Teil des Menschen, mögen auch seinen Nest einmal die Winde verstreuen, wird doch nicht gänzlich zunichte. Seine Seele aber — there are more things in heaven and earth, than are dreamt of in our philosophy.“

Carl Zentsch



Drahtlose Telegraphie und Telephonie mittels elektrischer Wellen



Die drahtlose elektrische Nachrichtenübermittlung hat das erste Jahrzehnt ihrer Entwicklung zurückgelegt; sie hat in dieser kurzen Zeit praktische Erfolge gezeitigt, die alle Erwartungen übertroffen haben. Ein kurzer Rückblick auf die einzelnen Entwicklungsstufen wird am besten den rapiden technischen Aufschwung des neuen Verkehrsmittels veranschaulichen, das durch den internationalen Funkentelegraphenvertrag unbeschränktes Gemeingut aller Kulturstaaten geworden ist.

Die physikalischen Grundlagen für die drahtlose Telegraphie waren schon seit den Versuchen von Herz in den Jahren 1886 bis 1889 bekannt. Seit dieser Zeit wissen wir, daß von einem elektrischen Funken Kräfte ausgehen, die sich in Gestalt von Wellen oder Strahlen mit der Geschwindigkeit des Lichtes in den Raum verbreiten. Das empfindliche elektrische Auge, das die Ankunft solcher elektrischer Strahlen in ähnlicher Weise anzeigt wie das menschliche Auge die Einwirkung von Lichtstrahlen, wurde aber erst 1891 von dem Professor Eduard Branly in Paris erfunden. Es ist die mit Metallfeillicht angefüllte und durch Elektroden abgeschlossene gläserne Branlyröhre, die unter der Bezeichnung Fritter und Kohärer Eingang in die Technik gefunden hat. Professor Popoff benutzte 1895 in Kronstadt die Branlyröhre an der Forstakademie in Verbindung mit einem Blitzableiterdrahte zum Nachweis der in der Atmosphäre auftretenden luftelektrischen Wellen. Dieser Popoff'sche Auffangedraht ist die

später mit der Bezeichnung Antenne belegte Luftleitung der drahtlosen Telegraphie. Die Benutzung eines solchen Luftdrahtes zum Aussenden der elektrischen Wellen blieb jedoch Marconi vorbehalten. Mit seinen einwandfreien Versuchen im Bristolkanal im Mai 1897 hat Marconi das Problem der drahtlosen Telegraphie zuerst praktisch gelöst. Dies ist sein unanfechtbares Verdienst.

Größere Entfernungen konnten jedoch mit den Marconianordnungen nicht überbrückt werden. Das wurde erst durch die Erfindung deutscher Gelehrter möglich; einmal durch die allgemeine Verwendung eines geschlossenen Schwingungskreises zur Erzeugung nachhaltiger elektrischer Wellen, wie ihn Professor Ferdinand Braun in Straßburg erfunden hatte und schon seit 1897 benutzte, sowie dann durch die Lösung der Abstimmungsfrage von Professor Slaby in Charlottenburg im Sommer 1900. Von weiteren grundlegenden Erfindungen sind noch die Braunschen Energieschaltungen für größere Fernwirkungen durch Erhöhung der Kapazität des Erregerkreises und die ebenfalls von ihm angegebene Unterteilung der Funkenstrecke zur Erhöhung der Entladenspannungen anzuführen. Mit den Braunschen Erfindungen beginnt überhaupt erst eine zielbewusste Weiterentwicklung des jetzt allgemein als „Funkentelegraphie“ bezeichneten Verkehrsmittels. Um die praktische Ausgestaltung der Braunschen Erfindungen hat sich namentlich die deutsche Telefunken-Gesellschaft und deren technischer Leiter Graf v. Arco verdient gemacht. Im Auslande wird allgemein der Braunsche Sender verwandt; leider unter gänzlicher Mißachtung der Rechte des Erfinders. Man hat da, wie es ja so leicht ist, alte Analogien ausgegraben und damit dem Erfinder sein geistiges Eigentum streitig gemacht. Mit dem Braunschen Sender gelang es bald, Telegraphierweiten von 200 bis 300 Kilometer über Wasser und 100 Kilometer über Land zu erreichen. Heute kann man mit ihm bei Anwendung empfindlicher Wellenanzeiger, wie z. B. der Polarisationszelle von Schlömilch, ohne Mühe und ohne großen Energieaufwand Verständigung über Wasser oder Land auf 1000 Kilometer und mehr erzielen. Selbst die drahtlose Nachrichtensendung über den Atlantischen Ozean beginnt jetzt tatsächlich einige praktische Erfolge zu erzielen. Bezüglich dieser hatte die englische Marconitelegraphengesellschaft schon im Dezember 1901 durch alle Zeitungen der Welt bekannt gegeben, daß Marconi funkentelegraphische Zeichen von Boldhu (Cornwall) nach St. Johns (Neufundland) übermittelt habe. Skeptiker glauben noch heute, daß das vielbesprochne S, das Marconi damals über den Atlantischen Ozean befördert haben will, eine durch lustelektrische Entladungen hervorbrachte Täuschung gewesen sei. Am 21. Dezember 1902 soll dann noch die Übermittlung einiger Telegramme erfolgt sein. Auch das ist angezweifelt worden. Dann verstummte auf einmal die Reklametrommel für den transatlantischen Verkehr. Es bedurfte noch einer fünfjährigen Arbeit, bis Marconi endlich im Mai 1907 einen regelrechten transatlantischen Versuchsbetrieb zwischen zwei drahtlosen Riesenstationen Glace Bay in Kanada und Clifden in Irland eröffnen konnte. Im Oktober 1907 waren die Ver-

suche so weit gediehen, daß der transatlantische drahtlose Nachrichtendienst in beschränktem Umfange für Preßtelegramme aufgenommen werden konnte. An eine Zeitung in Newyork wurden z. B. in den ersten fünf Monaten 68 404 Wörter aus England drahtlos übermittelt. Englische Zeitungen bringen dagegen nur selten drahtlos übermittelte Nachrichten aus Amerika. Trotz des sehr billigen Tarifs von 25 Pfennigen für das Wort hat sich die drahtlose Berichterstattung für die Presse in der Richtung von Amerika nach Europa bis jetzt nicht einbürgern können. In der Hauptsache liegt das wohl daran, daß der Weiterbeförderung der drahtlosen Telegramme auf den zumeist in den Händen der Kabelgesellschaften befindlichen Landlinien Schwierigkeiten entgegenstehen. Diese Schwierigkeiten sind indes durch den internationalen Telegraphen- und Funkentelegraphenvertrag jetzt beseitigt. Schwerer wiegt die Zeitdifferenz zwischen Amerika und Europa. Ein Zeitungstelegramm von Newyork nach London ist z. B. fünf Stunden unterwegs; dazu tritt noch die Zeitdifferenz zwischen Newyork und London mit fünf Stunden. Es müssen also Preßnachrichten bereits um zwölf Uhr mittags in Newyork aufgegeben werden, wenn sie noch in den am nächsten Morgen in London erscheinenden Zeitungen Aufnahme finden sollen. In umgekehrter Richtung können Nachrichten unter Umständen bis zehn Uhr abends in London aufgeliefert werden, um in den Newyorker Frühzeitungen zu erscheinen.

Nach Ausbau der vorhandenen ältern transatlantischen Versuchsstationen in Haldhu und Cap Code und ihrer Ausrüstung mit größern Energiequellen wird die Marconigesellschaft über zwei telegraphische transatlantische Ätherlinien verfügen. Sie glaubt bei einem täglich zwölfstündigen Betriebe dieser Linien mit einer Geschwindigkeit von zwanzig Wörtern in der Minute und einer Wortzahl von 35 Pfennigen für gewöhnliche Telegramme nach Abzug der Betriebskosten noch einen Reingewinn von rund 3 Millionen Mark jährlich erzielen zu können. Das wäre den vielgeprüften Aktionären der Marconigesellschaft zu gönnen. Indes ist die Rechnung wohl zu optimistisch gehalten. Eine Durchschnittsgeschwindigkeit von zwanzig Wörtern in der Minute ist bis jetzt noch nicht erreicht worden; nach den Beobachtungen der Konkurrenzgesellschaften beträgt sie unter Berücksichtigung der vielfach wegen undeutlicher Zeichen erforderlich werdenden Wiederholungen noch nicht einmal die Hälfte.

Von größter Bedeutung für die weitere Entwicklung und einen gedeihlichen Aufschwung der Marconigesellschaft wird deren Stellungnahme zu den Beschlüssen der internationalen Funkentelegraphenkonferenz sein. Wenn auch der letzte Geschäftsbericht der Gesellschaft hierüber keine Auskunft gibt, so ist man doch nach den Erklärungen des Vorstandes bereit, die bisherige feindliche Stellung einer Revision zu unterziehen. Das ergibt sich auch aus dem Ausscheiden des bisherigen Chefdirektors der Gesellschaft Cuthbert Hall, der das Prinzip der strengen Ablehnung des Verkehrs der Marconistationen mit allen Stationen andern Systems rückhaltlos verfochten hatte; wie man jetzt sagen kann,

nicht zum Segen der Marconigesellschaft. Die Einsicht, daß ihre Politik verfehlt war, kommt der Marconigesellschaft zu spät. Sobald noch Großbritannien dem Zusatzabkommen zu dem internationalen Funkentelegraphenvertrage beigetreten sein wird, das zum Verkehr der Schiffe untereinander ohne Rücksicht auf das verwandte System verpflichtet, kann das Marconimonopol als erloschen angesehen werden. Auch Italien wird sich nach Ablauf seiner mit Marconi geschlossenen Verträge dem Beitritt zu dem internationalen Funkentelegraphenvertrage wohl nicht entziehen. Es kann der Marconigesellschaft nur angeraten werden, ihre noch jetzt ablehnende Haltung bei der Vermittlung des Verkehrs von Schiff zu Schiff in den atlantischen Gewässern aufzugeben. Privatmonopole, die den Weltverkehr hemmen, haben keine Daseinsberechtigung; sie müssen im Interesse des Kulturfortschritts beseitigt werden.

Es ist wohl kaum anzunehmen, daß deutsches Kapital an den Gründungen der Marconigesellschaft beteiligt ist, wenigstens ist in den Zeitungen mehrfach vor einer solchen Beteiligung gewarnt worden. Trotz der nicht ungünstigen Aussichten der transatlantischen Funkentelegraphie muß diese Warnung als berechtigt angesehen werden. Die Marconigesellschaft hat kürzlich durch Ausgabe von 5 Millionen Mark Vorzugsaktien ihr Aktienkapital von 10 Millionen Mark auf 15 Millionen Mark erhöht. Ein Teil der neuen Mittel soll zur Lösung bestehender Verbindlichkeiten benutzt werden, sodaß anscheinend nur wenig zur Durchführung neuer Unternehmungen übrig bleiben wird. Die Vorzugsaktien sollen zunächst 7 Prozent Dividende erhalten; die alten Aktionäre werden also das Nachsehen haben. Trotz der unverkennbaren Fortschritte, die in der Entwicklung der Marconigesellschaft in den letzten Jahren zu verzeichnen sind — sie hat jetzt über 120 Stationen in Betrieb und eine Jahreseinnahme von rund 800 000 Mark —, erscheint doch ein finanzielles Gedeihen der Gesellschaft kaum möglich. Die Gründung ist überkapitalisiert und der Wettbewerb anderer Gesellschaften zu groß. Diesem Umstande Rechnung tragend hat auch die Marconigesellschaft den seither mit nahezu 50 Millionen Mark angegebenen Wert der Patente Marconis auf rund 5 Millionen Mark herabgesetzt.

Sämtliche Küstenstationen der Marconigesellschaft in Großbritannien, mit Ausnahme der Großstationen für den transatlantischen Dienst, sind jetzt gegen eine verhältnismäßig geringe Kaufsumme in das Eigentum des britischen Staates übergegangen. Andererseits wird die britische Postverwaltung ihren transatlantischen Verkehr der Gesellschaft zuwenden, sobald die Regelmäßigkeit des funkentelegraphischen Dienstes sichergestellt ist. Das dürfte aber wohl noch eine geraume Zeit dauern.

Während früher die Einrichtung der transatlantischen Stationen sorgsam geheimgehalten wurde, sind über die Anlage und den Betrieb der neuen Niesenstationen in Glace Bay und Clifden sofort zuverlässige Angaben zu erhalten gewesen. Die Luftleiter, die bei den alten Stationen zum größten Teil senkrecht aufgehängt waren, bilden bei den neuen Stationen ein winkelförmiges

Gebilde; zwei Drittel ihrer Länge verläuft wagerecht und nur ein Drittel senkrecht oder schräg nach unten. Nach Marconis Prinzip der gebognen Antenne soll eine solche Luftleiteranordnung in der nach der Gegenstation zeigenden Richtung kräftiger ausstrahlen als nach den andern Richtungen. Zur Aufhängung der Luftleiter dienen je vier Masten von 200 Meter Höhe, die in ihrer größten Ausdehnung ein wagerechtes Rechteck von 200 Meter Breite und 400 Meter Länge bilden. An der einen Schmalseite dieser einem Laubengange ähnlichen Anlage laufen die Drähte nach unten, und am Ende des senkrechten Teils der Antenne werden sie zu einem Kabel vereinigt in die Station eingeführt. Dieses mächtige Drahtgebilde hat eine ganz erhebliche Kapazität, und es wird unter Verwendung von Dynamomaschinen mit 100 Kilowatt (gleich 136 Pferdekraften) zu Schwingungen von 4000 Meter Wellenlänge erregt. Zu diesem Zweck werden zunächst zwei hintereinander geschaltete Kondensatoren mit hochgespanntem Gleichstrom von der Dynamomaschine geladen. Die äußern Belegungen der Kondensatoren sind mit je einer schnell rotierenden Metallscheibe — Polarscheibe genannt — verbunden. Zwischen den in einer Ebene liegenden Polarscheiben rotiert eine dritte größere Scheibe, deren Flächen von den Ranten der beiden ersten Scheiben durch einen ganz geringen Zwischenraum getrennt sind. Ein induktiv mit der Luftleitung gekoppelter, aus Selbstinduktion und Kapazität bestehender Schwingungskreis ist einerseits an die Mittelscheibe und andererseits an die innere Kondensatorbelegung des Primärkreises geführt. Zwischen der Mittelscheibe und den Polarscheiben finden Entladungen statt, die im Sekundärkreise die gewünschten kräftigen Hochfrequenzschwingungen hervorrufen. Die große Mittelscheibe, die schneller als die Polarscheibe rotiert, muß eine Umdrehungsgeschwindigkeit von mehr als 100 Meter in der Sekunde erhalten; man erzielt dann eine Schwingungsfrequenz von etwa 200 000 in der Sekunde. Bei der durch eine solche schnelle Umdrehung der Mittelscheibe bewirkten Abkühlung kommt kein ununterbrochener Lichtbogen zustande. Dreht sich dagegen die Mittelscheibe langsamer, so entsteht schließlich ein Lichtbogen, und die elektrischen Schwingungen hören auf, weil dann nicht mehr die nötige Elektrodenkühlung vorhanden ist. Die mit dieser Anordnung erzielte Schwingungsfrequenz ist jedoch zu hoch, um ohne Einschaltung eines Unterbrechers den Wellenanzeiger der Empfangsstation wirksam zu betätigen; dieser würde hierbei dauernd dem Einfluß der elektrischen Wellen unterworfen sein, sodaß eine aus Punkten und Strichen des Morsealphabets bestehende Zeichengebung unmöglich wäre. Marconi hat deshalb an dem Rande der Mittelscheibe in regelmäßigen Abständen voneinander eine Reihe von Erhöhungen angebracht, von denen aus sich die Entladungen vorzugsweise vollziehen. Diese Anordnung hat nebenbei noch den Vorzug, daß der durch die elektrischen Wellen im Fernhörer der Empfangsstation entstehende musikalische Ton gut vernehmbar und leicht von den durch atmosphärische Entladungen hervorgerufenen Geräuschen zu unterscheiden ist.

Bei diesem neuen, vorläufig lediglich für den transatlantischen Dienst bestimmten Marconisystem handelt es sich im wesentlichen um die bei den gewöhnlichen Funkentelegraphensystemen auftretenden oszillatorischen Entladungen mit der Abänderung, daß eine außerordentlich schnelle Funkenfolge hervorgebracht wird. Diese Aufeinanderfolge der Funkenentladung geht so schnell vor sich, daß sie annähernd kontinuierliche, d. h. ununterbrochene und ungedämpfte Schwingungen hervorruft.

Die Verwendung kontinuierlicher oder ungedämpfter Schwingungen ist eine weitere Etappe in der Entwicklung der drahtlosen Telegraphie. Wenn man den in den letzten Jahren immer wieder durch die Presse gehenden Nachrichten glauben dürfte, so könnte die sich in der Praxis durchaus bewährende Funkentelegraphie jetzt in die Rumpfkammer wandern und der drahtlosen Telegraphie mittels ungedämpfter Wellen das Feld räumen. Während die bisher benutzten gewöhnlichen funkentelegraphischen Sender Züge gedämpfter Wellen ausstrahlen, die von relativ langen Pausen unterbrochen sind und deshalb keine vollständig scharfe resonanzfähige Strahlung liefern, erzeugt der von dem dänischen Physiker Poulsen konstruierte Lichtbogengenerator dauernde ungedämpfte Schwingungen, die eine bedeutend schärfere Abstimmung von Sender auf Empfänger zulassen.

Man teilt die elektrischen Schwingungen in stark gedämpfte, schwach gedämpfte und ungedämpfte ein, je nachdem wenige, viele oder unendlich viele Schwingungen in einem Wellenzuge vorhanden sind. Stark gedämpfte Wellen mit etwa einem halben Duzend Schwingungen liefert der Herzsche Erreger und der daraus hervorgegangene alte Marconisender, schwach gedämpfte Wellen mit etwa 20 bis 50 und mehr Schwingungen der Braunsche Sender, der heute noch mit seinen verschiedenen Abarten die erste Stelle in der Funkentelegraphie der Praxis einnimmt. Ungedämpfte Wellen mit hunderttausend Schwingungen in der Sekunde erzeugt der Poulsensche Lichtbogensender. Wenn auch bei dieser Wellensendung die Schwingungen nicht vollständig ununterbrochen sind, wie man bisher allgemein anzunehmen geneigt war, so kann man doch bei Verwendung solcher Wellen, wenn es sich um Überwindung großer Entfernungen handelt, mit geringerer Senderenergie arbeiten als bei den jetzt üblichen Systemen, indem man auf den Empfangsstationen Wellenanzeiger benutzt, die unter Einwirkung schwacher, aber sich häufig wiederholender Impulse arbeiten. Zu diesen gehören der elektrolytische Wellenanzeiger von Schlömilch und der magnetische Detektor von Marconi. Ein solcher Empfängerkreis kann dann auch ziemlich unempfindlich gegen nicht auf ihn abgestimmte Wellenimpulse gemacht werden. Diese leichtere Abstimmbarkeit ist eigentlich der einzige Vorteil, den die Benutzung des Lichtbogensenders vor dem Braunschen Sender hat; in der Praxis ist er aber nur unwesentlich und wird durch die Schwierigkeit, die die Regulierung der Lichtbogenelektroden verursacht, aufgehoben. Mit dem Braunschen Sender kann man jetzt mit einem Energieaufwand von $\frac{1}{6}$ Pferdekraft gut 300 bis 400 Kilometer überbrücken; bei Verwendung ungedämpfter Schwingungen braucht man für den Lichtbogen allein 1 bis 1,3 Pferdekraft.

Den Ausgangspunkt für das von Poulsen angewandte Verfahren zur Erzeugung ungedämpfter elektrischer Schwingungen bilden der Simonsche tönende Flammenbogen und die Untersuchungen Simons und des englischen Physikers Duddell über dieses Phänomen. Schaltet man parallel zu einem durch Gleichstrom gespeisten elektrischen Lichtbogen einen Wechselstromkreis mit passender Kapazität und Selbstinduktion, so wird der Lichtbogen ertönen und im Wechselstromkreise ein Wechselstrom auftreten, der dieselbe Wechselzahl hat wie der des elektrischen Lichtbogens. Duddell hat bereits 1900 mit einer solchen Anordnung Wechselströme von 30000 bis 40000 Schwingungen in der Sekunde erzeugt. Solche Zahlen genügen aber noch nicht für die drahtlose Telegraphie. Hier setzt die Poulsensche Erfindung ein. Poulsen fand 1903, daß man mit dem elektrischen Lichtbogen weit höhere Schwingungszahlen, und zwar eine Million Schwingungen und mehr in der Sekunde erzeugen kann, wenn man den Lichtbogen in eine mit Wasserstoff oder Leuchtgas gefüllte Hülle einschließt und ihn zwischen einer kalten Metallelektrode als positivem und einer großen Kohlenelektrode als negativem Pol übergehen läßt, während zugleich ein starkes transversales Magnetfeld auf den Bogen wirkt. Von diesen Neuerungen nimmt Elihu Thomson die Verwendung der abgekühlten Metallelektrode als sein geistiges Eigentum in Anspruch; er will mit einer ihm 1892 patentierten derartigen Anordnung schon Schwingungen bis zu 50000 in der Sekunde erhalten haben. Die eigentliche Erfindung Poulsens bestünde also lediglich in der Verwendung von Wasserstoff oder einer wasserstoffhaltigen Atmosphäre, in der er den elektrischen Lichtbogen brennen läßt. Die Anwendung des Magnetfeldes hat nur nebensächliche Bedeutung; es ist auch schon 1894 von Nikola Tesla zur Erzeugung von Hochfrequenzschwingungen angewandt worden.

Im Empfänger nutzt Poulsen das Resonanzprinzip in vollstem Maße aus. Er benutzt für den Wellenanzeiger einen Schwingungskreis mit geringster Dämpfung und koppelt diesen so lose wie möglich mit dem Luftleiter. Da die Wellen in unaufhörlicher Folge eintreffen, so darf der Wellenanzeiger nicht dauernd, sondern nur intermittierend in den Empfangsschwingungskreis eingeschaltet werden. Dem Apparat für die Herstellung des intermittierenden Kontakts gibt Poulsen den Namen Ticker; er besteht aus einem kleinen elektromagnetisch angetriebenen Unterbrecher oder einem Zahnrad. Durch die in unaufhörlicher Folge eintreffenden Wellen gerät der Empfangskreis gut in Schwingungen; nun wird plötzlich durch den Ticker der Wellenanzeiger eingeschaltet und in ihm die während einer kleinen Spanne Zeit angesammelte Energie zur Wirkung gebracht. Darauf wird der Wellenanzeiger durch den Ticker wieder ausgeschaltet, und das Spiel beginnt von neuem. Der Ticker wirkt also hier auf der Empfangsstation in ähnlicher Weise wie die Anordnung von Erhöhungen auf der Mittelscheibe des Marconisenders der transatlantischen Stationen.

Für den transatlantischen Dienst wird der Marconigesellschaft durch die im Bau befindliche Großstation in Knockree (England) und eine Gegenstation in

Neufundland eine scharfe Konkurrenz erwachsen. Diese Stationen werden von der Amalgamated Radio Telegraph Company erbaut und mit dem Poulsenschen Wasserstoff-Lichtbogengenerator betrieben werden. Die Station Knockroe ist ziemlich fertiggestellt. Sie verfügt über ein gewaltiges Luftleitergebilde von dreihundert Drähten, die kegelförmig angeordnet sind und von zwölf Masten getragen werden. Von diesen Masten sind neun Stück von 20 Meter Höhe auf dem Umfange eines Kreises von etwa 300 Meter Durchmesser angeordnet und die übrigen drei Stück von 110 Meter Höhe in den Ecken eines Dreiecks innerhalb dieses Kreises aufgestellt. Die Kraftstation enthält eine Heißdampfmaschine und zwei große Dynamomaschinen, die den Lichtbogen des Poulsengenerators speisen. Die von dem Luftleiter abgegebene Strahlungsenergie soll über 10 Kilowatt betragen; es soll jedoch bei den kontinuierlichen Schwingungen unter normalen Verhältnissen schon ein Zehntel dieser Strahlungsenergie genügen, den Atlantischen Ozean zu überbrücken. Als normale Frequenz sind 100 000 Schwingungen in der Sekunde vorgesehen, sodaß die zur Anwendung kommende Wellenlänge also 3000 Meter beträgt. Ob sich die überschwenglichen Hoffnungen, die die Gesellschaft über die transatlantische Wellentelegraphie mittels des Lichtbogensenders hegt, erfüllen werden, muß die Praxis lehren. Die Störungen durch die Elektrizität der Atmosphäre werden auch hier nicht vollständig ausgeschaltet werden können; sie werden jedenfalls den Betrieb namentlich im Sommer oft unterbrechen und erschweren. Das beweisen schon die Erfahrungen, die Marconi bei dem Betriebe seiner transatlantischen Stationen sogar in der günstigen Jahreszeit, im Winter, auch bei der Verwendung ungedämpfter Wellen gemacht hat. Marconi gibt jetzt persönlich zu, daß mit der drahtlosen Telegraphie über den Ozean die Leistungen der Kabeltelegraphie bei weitem nicht erreicht werden können, daß also an eine ernste Bedrohung der Kabelgesellschaften durch die drahtlose Telegraphie nicht zu denken sei. Der drahtlose Wellentelegraph leistet günstigstenfalls zwanzig bis dreißig Wörter in der Minute, der Kabeltelegraph dagegen bei Doppelbetrieb ohne jede Schwierigkeit hundert Wörter. Das Märchen vom Ende der Kabeltelegraphie ist damit endgiltig erledigt; es hat die Gemüter der Kabelaktionäre genug beunruhigt. Anerkannt muß werden, daß Marconi, der als erster bahnbrechend auf dem Gebiete der Ozeanfunkenentelegraphie vorgegangen ist, freimütig genug war, den Vorrang der Kabeltelegraphie anzuerkennen.

Der Poulsensche Lichtbogensender hat auch der deutschen Telefunkenengesellschaft Veranlassung gegeben, der Verwendung kontinuierlicher Wellen für ihre drahtlosen Stationen näherzutreten. Die Versuche der Telefunkenengesellschaft haben ergeben, daß man den elektrischen Lichtbogen auch ohne eine Atmosphäre von Wasserstoff oder von einem Wasserstoff enthaltenden Gase zur Erzeugung ungedämpfter Wellen benutzen kann. Es bedarf dazu nur der Kühlung der Metallelektrode und der richtigen Wahl des Elektrodenmaterials. Als Elektroden werden Kupfer und Kohle benutzt, und zwar ragt bei der Telefunkenanordnung die Kohlenelektrode in die Hohlfläche der zylinderförmigen Kupferelektrode hinein.

Der Hohlzylinder der Kupferelektrode ist zur Kühlung mit Wasser gefüllt. Bei dieser Anordnung ist zwar die im Hochfrequenzschwingungskreise auftretende elektrische Energie etwas geringer als bei der Poulsen'schen Anordnung, aber sie hat den Vorteil der Einfachheit durch die Möglichkeit der Verwendung des Flammenbogens in der gewöhnlichen Zimmerluft. Ferner ist das Abbrennen der Kohlenelektrode bedeutend geringer als bei der Anordnung des Lichtbogens in wasserstoffhaltigen Gasen. Die nötige Schwingungsenergie kann durch Zusammenschalten mehrerer Lichtbogen gewonnen werden. Die elektrische Lichtbogentelegraphie der Gesellschaft Telefunken fällt nicht unter das Poulsen'sche Patent; ihrer allgemeinen Einführung in Deutschland würde also ein Hindernis patentrechtlicher Art nicht im Wege stehen. Auf ihrer Großstation Nauen hat die Telefunken-Gesellschaft umfangreiche Versuche mit dem Lichtbogenfender gemacht und dabei im allgemeinen günstige Ergebnisse erzielt. Sie hat aber dabei festgestellt, daß eine vollkommene Betriebssicherheit des Wellenerregers nicht zu erreichen ist. Bei noch so genauer Regulierung der Elektroden steht immer zu befürchten, daß durch Zufälligkeiten hervorgerufene Schwankungen im Lichtbogen auftreten, die eine Veränderung der Wellenlänge und der Stärke der Schwingungen bedingen. Es läßt sich nicht von der Hand weisen, daß die Lichtbogenmethode für den Betrieb von größeren Stationen schließlich mit Vorteil zu verwenden sein wird, denn hier steht jederzeit ein Stab sachkundiger Beamten und Ingenieure zur Verfügung. Anders gestaltet sich die Lage auf den kleineren Stationen und insbesondere auf den Schiffstationen, zu deren Bedienung zumeist nur wenig geübtes Personal zur Verfügung steht. Hier ist das Einfachste das Beste; es gewährt die meiste Sicherheit. Das Einfachste ist aber auf diesem Gebiete heute unbestritten die Braunsche Sender- und Empfängeranordnung; sie wirkt ohne großen Kraftbedarf zuverlässig auf Hunderte von Kilometern und wird menschlicher Voraussicht nach nie durch die Lichtbogenmethode oder andere komplizierte Anordnungen verdrängt werden. Auf dem Gebiete der Funkentelegraphie vollzieht sich jetzt ein ähnlicher Werdegang, wie ihn die Geschichte der Drahttelegraphie verzeichnet. Die Erfindungen kunstreicher und verwickelter Schnelltelegraphen, Mehrfachtelegraphen, Druck- und Bilderschrifttelegraphen füllen ganze Bände: der einfache Morsetelegraph in der Form des Klopfers ist doch der Hauptapparat geblieben. Täglich werden neue Erfindungen auf dem Gebiete der Funkentelegraphie gemacht, eine verwickelter als die andre. Ich glaube nicht fehlzugehn in der Annahme, daß auch hier der einfache Apparat, das Braunsche System, das Feld für alle Zeiten behaupten wird, zumal da in neuester Zeit der Braunsender durch Einfügung einer neuen Funkenstrecke — Bösch- oder Zischfunkenstrecke genannt — eine Verbesserung erfahren hat, die sämtliche ihm bisher anhaftenden Mängel beseitigt. Das neue System der Telefunken-Gesellschaft „System der tönenden Funken“, von dem jetzt überall geredet wird, ist nichts als ein verbesserter Braunsender. Durch die Verwendung der Böschfunkenstrecke, deren Konstruktion auf dem von Professor

Max Wien festgestellten Prinzip der Stoßerregung beruht, wird der Braunsender befähigt, eine so rasche und regelmäßige Funkenfolge zu erzielen, daß die von den Funken ausgehenden Wellen im Empfänger einen reinen musikalischen Ton erzeugen. Die neue Funkenstrecke selbst arbeitet fast geräuschlos im Gegensatz zu den Knallfunkenstrecken der ältern Anordnungen. Telefunken hat für die Vöschfunkenstrecke die Ringform gewählt. Die Fläche der Ringe, auf denen der Funkenübergang stattfindet, ist glatt geschliffen. Als Material kommt Kupfer oder Silber zur Verwendung. Der elektrische Funke setzt an irgendeiner Stelle, aber niemals im Mittelpunkte, ein und wird dann in radialer Richtung durch das entstehende elektromagnetische Feld nach dem äußern Umfang getrieben, auf welchem Wege er schließlich erlischt. Um die Elektroden genau auf dem erforderlichen kleinen Abstand zu halten, werden sie durch eine Randzwischenlage aus Glimmer getrennt. Als Wellenempfänger können die gebräuchlichen elektrolytischen oder magnetischen Wellenanzeiger dienen. Einfacher noch ist der neue Unipolardetektor der Telefunken-Gesellschaft, der aus einer Berührungsstelle zwischen einer Bleiglanzscheibe und einer auf ihr mit leisem aber konstantem Druck wirkenden Graphitspitze besteht. Dieser Wellenanzeiger arbeitet als Gleichrichter, indem er die ihm durch die Luftleitung zugeführten Wechselstromwellen in Züge pulsierenden Gleichstroms umwandelt. Tausend solcher Wellenzüge per Sekunde vom Sender abgefaßt, endigen als tausend Gleichstromzüge im Empfänger und werden dem Empfangsfernrohr zugeführt. Sobald die Impulsreihe genügende Regelmäßigkeit besitzt, rufen die Gleichstromstöße Membranbewegungen hervor, die als reiner musikalischer Ton gehört werden. Dieser reine Ton ist der größte Vorzug des neuen Telefunken-systems; er ermöglicht, daß selbst bei starken atmosphärischen Störungen der drahtlose Telegrammverkehr noch aufrecht erhalten werden kann. Selbst ein wenig geübter Telegraphist kann aus noch so zahlreichen und starken elektrischen Entladungen doch den hellen singenden Ton heraushören, den der neue Braunsender hervorruft. Eine gleichzeitige Mehrfachtelegraphie ist jetzt auch möglich; dazu braucht die eine Station zum Beispiel nur einen Ton von 500, die andre einen solchen von 700 und die dritte einen Ton von 1000 sekundlichen Schwingungen auszusenden.

Mit dem Braunschen System sind bis jetzt von der Telefunken-Gesellschaft nahezu neunhundert Stationen, darunter etwa fünfhundert Schiffsstationen ausgerüstet worden; es ist das auf der ganzen Erde am meisten verbreitete System. Die Schiffsstationen können mit diesem System namentlich bei Verwendung des tönenden Braunsenders mit einem Aufwande von nur 0,5 bis 2 Kilowatt primärer Energie Verständigung bis 800 Kilometer erzielen. Das sind Entfernungen, die dem tatsächlichen Bedarf der Handelsschiffe und auch der Kriegsschiffe mehr als genügen. Es wäre also durchaus kurzfristig und unwirtschaftlich, wenn man solche bewährte einfache Einrichtungen nicht beibehalten wollte.

Auf dem Gebiete der drahtlosen Telephonie eröffnen sich dagegen der Verwendung des elektrischen Lichtbogens bessere Aussichten. Die Versuche von Fessenden, Mosler und andern zur Benutzung der durch eine Funkenstrecke erzeugten elektromagnetischen Wellen für eine Telephonie ohne Draht hatten kein zufriedenstellendes Ergebnis gehabt. Der Mißerfolg hat seine Ursache in der eigenartigen Gestaltung der menschlichen Sprache bei der mikrophonischen Übertragung. Die Schwingungen einer Mikrophonmembrane, in die die Schallwellen beim Sprechen gegen eine solche umgesetzt werden, sind in ihrer Gestalt voneinander sehr verschieden. Selbst von kurzer Pause unterbrochne elektrische Wellen, wie die von der Funkenenergie erzeugten, können deshalb nicht als Träger solcher Schwingungen dienen; dazu sind kontinuierliche Schwingungen nötig, wie solche der elektrische Lichtbogen liefert. Die zukünftige drahtlose Telephonie wird man deshalb als elektrische Lichtbogentelephonie zu bezeichnen haben. Der erste, der über praktische Versuche mit der Lichtbogentelephonie berichtet, ist der Berliner Physiker E. Ruhmer in seiner den Teilnehmern der internationalen Konferenz für Funkentelegraphie im Juni 1906 überreichten Abhandlung. Von größerer praktischer Bedeutung wurden die Versuche von De Forest, Poulsen und von der Telefunken-Gesellschaft. Diese hat zwischen Berlin und Rheinsberg auf eine Entfernung von 75 Kilometer mit 26 Meter hohen Masten und einer Primärenergie von etwa 2 Kilowatt eine tadellose Sprechverständigung erzielt, während Poulsen für eine drahtlose telephonische Verbindung von Esbjerg und Lyngby auf 270 Kilometer Entfernung 60 Meter hohe Masten, dafür aber nur 0,9 Kilowatt primärer Energie gebraucht hat. Mit dem System von De Forest ist eine größere Anzahl Schiffe der amerikanischen Schlachtflotte ausgerüstet. Der amerikanische Professor Fessenden hält es sogar jetzt schon für möglich, mit 10 Kilowatt primärer Energie und 200 Meter hohen Antennentürmen unter Verwendung von Wechselstrommaschinen sehr hoher Periodenzahl über den Atlantischen Ozean drahtlos zu telephonieren. Das ist amerikanische Phantasie; wir sind noch lange nicht soweit. Der drahtlosen Telephonie auf weite Entfernungen wird eine ziemlich enge Grenze dadurch gezogen, daß das Mikrophon keine großen elektrischen Energiemengen aufnehmen kann. Die nächste Aufgabe der Fernsprechtechnik wird es sein, Mikrophone zu bauen, die bedeutende Energiemengen aufnehmen können. Eine weitere Schwäche der drahtlosen Telephonie liegt in dem fehlenden Anruf und in dem Umstande, daß man nicht gleichzeitig sprechen und hören kann. Von einer transatlantischen drahtlosen Telephonie sind wir also noch weit entfernt; ein dringendes Bedürfnis liegt ja auch nicht vor.

Otto Zentsch

