

Neujahrsblatt

herausgegeben von der

Naturforschenden Gesellschaft

auf das Jahr 1903.

105. Stück.

Die elektrischen Wellen
und ihre Anwendung zur drahtlosen Strahlentelegraphie
nach Marconi.

Von *W. Weilenmann*
Prof. Dr. A. Weilenmann.

Mit 1 Tafel und 8 Figuren im Text.

Zürich

In Kommission bei Füssli & Beer.

Verzeichnis der bisher erschienenen Neujahrsblätter.

	Preis
	Mk. Pf.
1. H. C. Hirzel: Einleitung zu den Neujahrsblättern. Zweck der Gesellschaft, Beschreibung ihrer Sammlungen, Nutzen der Naturwissenschaften. Auf 1799	— 25
2. — Die Verwüstungen des Landes durch die kriegerischen Ereignisse des Jahres 1799. Auf 1800	— 25
3. H. R. Schinz: Leben des Pfarrers Rudolf Schinz, Sekretär der Gesellschaft. Auf 1801	1. 80
4. J. C. Escher (?): Ueber die Gletscher. Auf 1802	— 60
5. J. J. Römer: Aus Afrika. Auf 1803	— 60
6. — Aus Australien. Auf 1804	— 60
7. H. R. Schinz: Der Lämmergeier. Auf 1805	1. 20
8. J. C. Escher (?): Reise auf den Gotthard. Auf 1806	— 60
9. — Ueber die Bergstürze in der Schweiz. Auf 1807	— 60
10. H. R. Schinz: Die Murmelthiere. Auf 1808	1. 20
11.-17. J. J. Römer: Beschreibungen und Abbildungen merkwürdiger Insekten. Auf 1809-15	à 1. 20
18. — Der Bär in der Schweiz. Schweizerische Schmetterlinge und Käfer. Auf 1816	1. 20
19. H. R. Schinz: Entdeckungsreisen in Neuhoiland. Auf 1817	1. 20
20. J. J. Römer (?): Biographie von Prof. David Breitinger. Abbildung und Beschreibung der Tollkirsche. Auf 1818	1. 80
21. — Conrad Gessner. Auf 1819	1. 20
22.-38. H. R. Schinz: Der Steinbock. Die Gemse. Der Luchs. Der Bär. Der Wolf. Die Elefantenreste der Schweiz. Geier und Adler. Der Seeadler. Die Eulen. Der Kuckuk. Der Storch. Die Schwalben. Die Nattern. Die Vipern. Der Alpenhaase. Die Mäuse. Das Wiesel. — Der Preis dieser Neujahrsblätter, auf 1820-36, variiert per Nummer von Mk. — 60 bis	1. 20
39. Ferd. Keller: Ausflug nach dem Lägernberg. Auf 1837	— 60
40. — Ueber Meteore. Auf 1838	— 60
41. — Wetterlöcher und Windhöhlen. Auf 1839	1. 20
42. — Die Karren (Lapies) in den Kalkgebirgen. Auf 1840	1. 20
43. H. R. Schinz: Das Renntier. Auf 1841	1. 20
44. — Der Biber. Auf 1842	1. 20
45. — Der Fuchs. Auf 1843	— 60
46. — Die Mäuse. Auf 1844	1. 20
47. O. Heer: Ueber die obersten Grenzen des pflanzlichen und thierischen Lebens in unsern Alpen. Auf 1845	1. 80
48. R. Wolf: Johannes Gessner. Auf 1846	1. 20
49. H. R. Schinz: Die Forellen. Auf 1847	1. 20
50. — Die Lachse. Auf 1848	1. 20
51. A. Menzel: Die Spinnen. Auf 1849	1. 20
52. A. Mousson: Tarasp. Auf 1850	1. 80
53. J. J. Siegfried: Torf-, Schiefer- und Braunkohlenlager des Kantons Zürich mit ihren Tierresten. Auf 1851	1. 80
54. O. Heer: Die Hausameise Madeira's. Auf 1852	1. 80
55. — Der botanische Garten in Zürich. Auf 1853	— 60
56. G. v. Escher: Die Quellen überhaupt und die Bäder von Saxon. Auf 1854	1. 20
57. — Die Mineralquellen der Schweiz. Auf 1855	1. 20
58. Chr. Heusser: Das Erdbeben im Visperthal i. J. 1855. Auf 1856	1. 20
59. A. Menzel: Die niedere Lebenswelt des Wassers. Auf 1857	1. 20
60. — Forscherleben eines Gehörlosen (Joh. Jakob Bremi). Auf 1858	1. 20
61. J. M. Ziegler: Ueber die neuesten Reisen u. Entdeckungen in Inner-Afrika. Auf 1859	1. 20
62. M. Ulrich: Der Hüfi-Firn und die Clariden. Auf 1860	1. 20

Die elektrischen Wellen

und

ihre Anwendung zur drahtlosen Strahlentelegraphie
nach Marconi.

Von

Prof. Dr. A. Weilenmann.

Mit einer Lichtdrucktafel und 8 Figuren im Texte.

Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf das Jahr 1903.

105. Stück.

Druck von Zürcher & Furrer in Zürich.
In Kommission bei Fäsi & Beer in Zürich.

Der nie rastende, wissensdurstige Menscheng Geist dringt immer mehr in die Geheimnisse der Naturkräfte ein und sucht diese sich auf alle möglichen Arten dienstbar zu machen. Die Forschungsergebnisse häufen sich von Tag zu Tag derart, dass es sehr schwer wird, auch nur auf einem beschränkten Gebiete dieselben vollständig zu verfolgen und zu seinem geistigen Eigentum zu machen. Da man aber begründete Ursache hat, anzunehmen, die Natur arbeite überall mit möglichst einfachen Mitteln, so ist man auch beständig bestrebt, in das Chaos der gefundenen Tatsachen Ordnung zu bringen und dieselben als den Ausfluss möglichst weniger Grundgesetze aufzufassen. So hat man durch Jahrhunderte die scheinbar sehr komplizierten Bewegungen der Himmelskörper beobachtet, ehe es durch die Bemühungen eines Kopernikus, eines Kepler und besonders Newton erreicht wurde, dieselben als einfache Folge des Schwerkraftgesetzes nachzuweisen. In ähnlicher Art ist es gelungen, die Erscheinungen des Schalles, des Lichtes und der Wärme insofern unter einem Gesichtspunkte zusammenzufassen, als alle drei als Schwingungszustände nachgewiesen wurden. Während aber diese Erkenntnis für die Töne schon sehr alt ist, da man sie ja selbst durch Saiten, Stabschwingungen u. s. f. erzeugte, gehört sie für Licht und Wärme schon der neuern Zeit an. Denn schon Vitruvius, der zur Zeit des Julius Cäsar und des Kaisers Augustus etwas vor Christi Geburt zu Rom lebte, verglich die Verbreitung des Schalles mit derjenigen der Wasserwellen, obschon dann allerdings erst Newton 1686 eine richtige Definition der Schallwellen gegeben.

Nicht so glatt ging es beim Lichte. Dieses wurde aufgefasst als ein feiner Stoff, der von den leuchtenden Körpern mit grosser Geschwindigkeit fortgeschleudert, unser Auge treffe. Kein geringerer als der grosse Newton selbst trug durch seine wissenschaftliche Autorität dazu bei, dass diese Stofftheorie bis in den Beginn des verflossenen Jahrhunderts sich halten konnte. Er war ein Gegner seines Zeitgenossen Huyghens, welcher 1690 das Licht als Wellenbewegung eines das ganze Weltall erfüllenden sehr feinen Stoffes, des Aethers, darstellte. Newton konnte sich, trotzdem er selbst schon 1672 einen Versuch machte, gewisse Lichterscheinungen durch periodische Schwingungen eines elastischen Mittels zu erklären, mit dieser Ansicht nicht weiter befreunden, weil es ihm nicht gelingen wollte, die von Huyghens entdeckte doppelte Brechung des Lichtes im Kalkspate durch eine

Wellenbewegung analog derjenigen der Schallwellen zu erklären. Erst durch die theoretische Arbeit von Thomas Young 1802 und die Untersuchungen von Fresnel 1815 und 1816 wurde die Huyghensche Theorie ausser Frage gestellt und allgemein als gültig angenommen.

Schon Grimaldi 1665 und Hooke 1665 entdeckten gewisse Erscheinungen, bei denen auf ihnen nicht erklärliche Weise bei bestimmten Anordnungen in ganz beleuchteten Feldern abwechselnd helle und dunkle Stellen auftraten. Young hat dann darauf aufmerksam gemacht, dass, wenn das Licht eine Wellenbewegung sei, so folgen auf einander Wellenberge und Wellentäler wie auf dem Wasser. Wenn dann solche auf verschiedenen Wegen laufende Wellenbewegungen zusammentreffen, so können unter bestimmten Verhältnissen ein Berg und ein Tal zusammentreffen und sich gegenseitig verebnen. Damit ist die Schwingung vernichtet und die Stelle erscheint dunkel. Man nennt dies die Interferenz des Lichtes. Fresnel hat 1815 die Theorie vervollständigt und Fraunhofer 1822 weiter ergänzt. Zudem stellte Fresnel 1816 den ersten wirklich entscheidenden Versuch an, den sog. Spiegelversuch. Er liess von einer linienförmigen Lichtquelle die Strahlen auf zwei aneinanderstossende, sehr wenig gegeneinander geneigte Spiegel fallen, so dass die Strahlen von beiden zurückgeworfen wurden und dann nach Zurücklegung verschieden langer Wege zusammentrafen. An Stellen, wo sich Berg und Berg oder Tal und Tal vereinigten, mussten die Schwingungen und somit auch die Lichtwirkungen sich summieren, die Stellen erschienen hell. Dazwischen trafen sich aber Berg und Tal, die Schwingungen und damit auch das Licht wurden vernichtet, es entstand hier Dunkelheit. Es wechselten also helle und dunkle Streifen (Interferenzstreifen) miteinander ab. Es folgten bald eine Reihe anderer Experimente mit demselben Resultate, über die aber hier zu berichten nicht der Ort ist.

Wenn nun damit auch die Schwingungsnatur des Lichtes im allgemeinen festgestellt war, so lieferten andere Erscheinungen hiezu eine sehr wichtige Ergänzung, Malus entdeckte 1810, dass, wenn Licht unter einem Einfallswinkel von zirka 55° auf eine Glasplatte fiel und der von ihr zurückgeworfene Teil eine zweite ihr parallel gestellte Platte traf, allerdings auch hier eine neue Zurückwerfung stattfand. Wurde aber der zweite Spiegel bei gleich bleibender Neigung um einen rechten Winkel gedreht, so fand an demselben die Zurückwerfung nicht mehr statt, dagegen wieder nach einer halben Drehung wie am Anfang, während bei drei Vierteldrehungen neuerdings die Zurückwerfung ausblieb. Etwas Analoges zeigen nach Biot 1815 zwei von einem Turmalinkristall abgespaltene Platten. Legt man dieselben aufeinander, und verdreht allmählich die eine Platte, so wird man eine Stelle treffen, bei der man beim Durchschauen nichts sieht, während, wenn die eine Platte jetzt, indem sie auf der andern liegen bleibt, um einen rechten Winkel dreht, man durch sie hindurch alle Gegenstände deutlich erkennt.

Diese und andere Versuche zeigen, dass dem Lichte eine gewisse Seitlich-

keit zukommt, die sich nur erklären lässt, wenn man voraussetzt, dass die Schwingungen des Aethers senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung des Lichtes stattfinden und nicht, wie bei dem Schalle in der Luft, nach der Längsrichtung der Fortpflanzung. Diese Schwingungen finden aber bei dem gewöhnlichen, direkt von der Lichtquelle kommenden Lichte rings um die Fortpflanzungsrichtung statt. Kommen die Strahlen dagegen z. B. an die erste Turmalinplatte, so werden die Schwingungen alle nach nur zwei aufeinander senkrechten Richtungen orientiert. Von diesen bleibt die eine Art im Turmalin stecken, und nur die andere geht als Licht durch. Die Schwingungen des letztern finden ausschliesslich in einer einzigen Richtung statt, wie etwa bei einer Saite, und man nennt dasselbe polarisiert. Letzteres wird dann auch den zweiten Turmalin nur in einer bestimmten Lage vollständig durchdringen können, in der dazu senkrechten aber gar nicht.

Bald nachdem die Wellennatur der Lichtstrahlung unzweifelhaft festgestellt war, begannen auch genauere Untersuchungen über Wärmestrahlung, nachdem 1835 Melloni hiezu einen geeigneten Apparat konstruiert. Die Wärmestrahlen zeigten in jeder Beziehung genau gleiches Verhalten wie die Lichtstrahlen. Sie werden ebenso von Spiegelflächen zurückgeworfen, beim Durchgang durch Körper gebrochen, zeigten ebenso Interferenz und die Polarisation, gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 300 000 Km. in der Sekunde u. s. f. Daraus ergab sich mit Notwendigkeit, dass beide Strahlenarten von gleicher Natur sein müssen, nämlich Schwingungsfortpflanzung des Aethers. Ein Unterschied liegt zum Teil nur in der Länge der Wellen, die sich aus dem Abstände der Interferenzstreifen berechnen lässt. Das weisse Licht kann bekanntlich im Spektrum in verschiedene Farben zerlegt werden, welche einfach verschiedenen Längen der Wellen entsprechen. Dunkelrot hat Wellen etwa von der Länge 0,8 tausendstel Millimeter (0,8 Mikron), und dunkelviolett von zirka 0,4 Mikron. Die Reihenfolge der Hauptfarben von der längsten bis zur kürzesten von den Sehnerven noch als Licht empfundenen Wellen ist bekanntlich rot, orange, gelb, grün, blau, violett. Die Wellen der Wärmestrahlung fallen nun zum Teil noch mit den Lichtwellen zusammen, d. h. die betreffenden Schwingungen erregen sowohl die Sehnerven als auch die Wärmernerven unseres Körpers (leuchtende Wärme), zum Teil sind sie noch länger als die des Dunkelrot und dem Auge nicht mehr wahrnehmbar (dunkle Wärme, ultrarote Strahlen). Man hat mit Sicherheit die Wärmewirkung noch bis zu einer Wellenlänge von 10 Mikron = $\frac{1}{100}$ Millimeter nachgewiesen. Aber die Aetherwellen reichen auch noch nach oben über violett, allerdings ebenfalls unsichtbar, hinaus (ultraviolette Strahlen). Sie sind aber chemisch sehr wirksam und können auf photographischem Wege dem Auge wahrnehmbar gemacht werden, oder auch, indem man sie auf gewisse Stoffe fallen lässt (z. B. Bariumplatincyankür), welche durch deren Einwirkung zu leuchten beginnen. Zu diesen gehören höchst wahrscheinlich auch die besonders in der Medizin so wichtig gewordenen Röntgenstrahlen.

In neuester Zeit ist nun zur Evidenz nachgewiesen worden, dass eine andere Erscheinung in dieselbe Kategorie mit Licht und Wärme gehöre, ja vielleicht diese sogar nur als besondere Fälle umschliesse, nämlich die elektrische Strahlung.

Aehnlich wie für Licht und Wärme wurde auch in frühern Zeiten für die Erklärung der elektrischen Erscheinungen zur Annahme besonderer Stoffe Zuflucht genommen, die den Körpern mitgeteilt würden, wenn man sie elektrisch ladet. Da aber eine solche Ladung keine Gewichtszunahme der Körper hervorruft, so müsste der elektrische Stoff unwägbar, d. h. ohne Schwere sein, wie es seiner Zeit auch sowohl vom Lichtstoff wie vom Wärmestoff angenommen wurde. Da man über dieselben jedoch nicht viel weiteres sagen konnte, so belegte man sie dafür mit einem desto vornehmer klingenden Namen, und nannte einen solchen Stoff ein Fluidum, wie es überhaupt ehemals sehr üblich war, den Mangel an wirklicher Erkenntnis der Dinge mit hochtönenden Phrasen in fremden Zungen zu verschleiern.

Da es jedoch sogenannte positiv und negativ elektrische Körper gibt, so setzten die meisten die Existenz zweier verschiedener elektrischer Fluida voraus, ein positives und ein negatives, während allerdings schon Benjamin Franklin 1747 mit einem einzigen auskommen zu können glaubte, und den positiv elektrischen Zustand in einem Ueberschuss, den negativen in einem Mangel an Fluidum erblickte. Beide Ansichten fanden ihre Anhänger und wurden viel umstritten, indes das wirklich Tatsächliche der Wissenschaft ruhig sich weiter entwickelte und schon in der ersten Hälfte des verflossenen Jahrhunderts sich rasch Entdeckung an Entdeckung reihte, und die zweite Hälfte nicht minder fruchtbar war.

Schon der englische Gelehrte Faraday, der sich vom Buchbinderlehrling zu einem der bedeutendsten Gelehrten emporarbeitete und vor zirka 70 Jahren mit seinen Hauptarbeiten beschäftigt war, hielt den Lichtäther für den eigentlichen Vermittler der elektrischen Fernwirkung und wies einen merkwürdigen Zusammenhang zwischen Elektrizität und Licht nach. Dies letztere nun führte einen andern Engländer, Maxwell, dazu, im Jahre 1873 seine elektromagnetische Lichttheorie aufzustellen und analytisch zu entwickeln. Er suchte darin die elektrischen Fernwirkungen als Fortpflanzung der Aetherschwingungen zu begründen. Nach ihm wäre das Licht gewissermassen nur ein Spezialfall davon.

Wenn das sich wirklich so verhält, dann gibt es ebenso gut elektrische Strahlen wie Lichtstrahlen, nur dass sie unsere Sehnerven nicht erregen, und es müssen die erstern ganz den gleichen Gesetzen unterworfen sein wie die letztern. Wenn sie auf die Grenzfläche eines Stoffes treffen, so müssen dieselben teils von der Oberfläche unter dem gleichen Winkel zurückgeworfen werden, teils gehen sie hindurch und werden dabei von ihrem Wege abgelenkt, d. h. gebrochen, teils werden sie von dem Stoffe selbst absorbiert. Ebenso müssen sie auch derart polarisiert werden können, dass die Schwingungen nur in einer Richtung stattfinden,

und dieselben beim Auftreffen auf gewisse Körper in einer Richtung durchgehen, in der dazu senkrechten aber nicht. Wie es Körper gibt, welche die Lichtstrahlen sehr gut durchlassen, z. B. Glas, und andere, die gar keines durchlassen, z. B. Metalle, muss elektrischen Strahlen gegenüber sich ein gleiches Verhalten zeigen.

Dann sollte es auch möglich sein, diese von derselben Stelle aus auf zwei verschiedenen Wegen so zu führen, dass beim Wiederzusammentreffen gleiche oder entgegengesetzte Schwingungsphasen (Berg und Berg oder Berg und Tal) sich vereinigen, im erstern Falle die Wirkung verstärkt, im zweiten vernichtet wird, d. h. es muss sich Koïnzidenz und Interferenz zeigen.

Die Richtigkeit der Maxwellschen Anschauungen durch Versuche nachzuweisen, war nun zuerst das Verdienst des deutschen Forschers Hertz in den Jahren 1887 und 1888. Er lebte damals in Karlsruhe und starb, leider viel zu früh für die Wissenschaft, den 1. Januar 1894 in Bonn.

Er zeigte, dass Glas, Hartgummi, Paraffin, Pech, überhaupt alle sogenannten Nichtleiter, die elektrischen Strahlen durchlassen, Metalle, überhaupt alle Leiter, dafür undurchlässig sind, und sie von ihren Oberflächen zurückwerfen wie von einem Spiegel, und zwar so, dass Einfallswinkel und Zurückwerfungswinkel gleich sind. Stellte er ein Prisma aus Pech in den Weg der Strahlen, so wurden diese beim Durchgange gebrochen. Ein Gitter aus parallelen Metalldrähten liess die Strahlen durch, wenn die Drähte senkrecht zur strahlensendenden elektrischen Funkenstrecke standen, dagegen nicht, wenn sie dazu parallel gestellt waren. Das bewies, dass die Schwingungen senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung standen, wie diejenigen des Lichtes und zugleich immer senkrecht zur Funkenstrecke, also polarisiert waren, wie das Licht, welches einen Turmalin durchsetzt hat. Ferner zeigte sich, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit gleich der des Lichtes war. Alle diese Versuche waren nun im Grunde bereits eine Telegraphie ohne Drahtverbindung oder Strahlentelegraphie, wenn auch nur auf kurze Distanz.

So epochemachend und grundlegend die Untersuchungen von Hertz sind, erfordert seine Methode Apparate von bedeutenden Dimensionen, mannshohe Spiegelflächen, Prismen, Drahtgitter etc., somit auch grosse Räumlichkeiten, so dass ihre Wiederholung mit grossen Umständlichkeiten verknüpft ist, weil die von ihm erzeugten Wellen noch beträchtliche Längen hatten. Mit der Zeit entstanden jedoch handlichere Einrichtungen, weshalb wir von einer nähern Beschreibung der Hertzschen Anordnung hier absehen wollen, so interessant sie auch ist, um uns diesen neuern Mitteln zuzuwenden.

Die von Hertz erzeugten Schwingungen waren verhältnismässig langsam, die Wellen daher etwa von der Länge der Schallwellen, d. h. bis einige Meter lang, daher die grossen Apparate. Nun erfand der Italiener Righi 1893 eine Vorrichtung, die viel raschere Schwingungen, bis 5 Milliarden in der Sekunde, erzeugte, so dass Wellen von nur 6 cm. Länge entstehen, welche nicht mehr so

leicht nach allen Seiten sich ausbreiten und um die Ecken liegen wie die langen. Der Apparat, welcher mit einem sogenannten Inductor (Erschütterungsapparat) von nicht zu kleiner Dimension in Verbindung steht, hat nachstehende, in

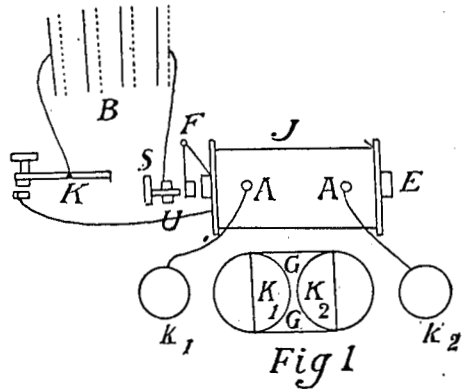


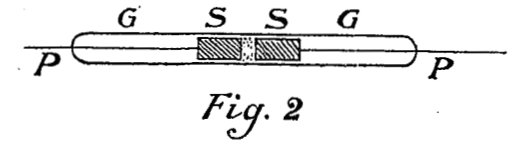
Fig. 1 dargestellte Einrichtung: J ist der Inductor, welchen man auch in Fig. I der Extratafel rechts zu vorderst sehen sieht. Er enthält zwei Drahtspulen, eine innere mit wenigen groben Windungen, darüber geschoben eine zweite aus mehreren tausend Windungen feinen Drahtes bestehende, die bei A A' endigt. In der Mitte befindet sich ein Eisendrahtbündel E und vor demselben (links) ein automatischer Stromunterbrecher U, ähnlich dem bei einer elektrischen Klingel.

Bei F steht er mit der innern Spule in Verbindung. Der Apparat von Righi besteht aus zwei massiven Metallkugeln K_1 und K_2 von wenigstens 10 Centimeter Durchmesser, welche einander bis auf 1 bis 2 Millimeter genähert sind. Diesen stehen in etwas grösserm Abstände die kleinern Kugeln k_1 und k_2 von etwa 5 Centimeter Durchmesser gegenüber und sind diese durch Drähte mit den Klemmen A A' der zweiten Spule des Inductors verbunden. Die grossen Kugeln reichen zur Hälfte in ein Gefäss G aus Hartgummi hinein, welches mit Petroleum gefüllt ist.

Wird nun der Inductor mit einer stärkern Stromquelle, z. B. mit einer Akkumulatorenbatterie B verbunden, so springen zwischen den Kugeln, wenn der Telegraphenschlüssel K heruntergedrückt wird, 3 Funken über, zwischen k_1 und K_1 , k_2 und K_2 , K_1 und K_2 . Jeder elektrische Funke erregt den Aether zu Schwingungen, die einen mehr, die andern weniger. Beim Righi-Apparate sind es die im Petroleum zwischen K_1 und K_2 entstehenden, welche besonders wirksam und weittragend sind, und, wie bereits erwähnt, rasche Aetherschwingungen oder kurze Wellen von wenigen Centimetern Länge erzeugen. Wir haben so den Wellensender.

Die Wirkung der elektrischen Strahlen muss nun für unsere Sinne irgend wie bemerkbar gemacht werden, da wir sie ja nicht sehen und nicht hören, nicht einmal fühlen. Wir müssen einen geeigneten Empfänger haben, der uns irgend ein Zeichen gibt. Einen solchen besitzen wir nun in der Tat in dem sogenannten Kohärer (Zusammenhänger) oder Fritter. Derselbe ist eigentlich schon 1884 von dem Italiener Calzecchi konstruiert, dann aber wieder vergessen worden, wie das auch mit dem Telephon und andern Dingen gegangen ist. Dann hat der Franzose Branly eine analoge Konstruktion im Jahre 1890 wieder ans Licht gefördert und

der Engländer Lodge ihn 1894 eigentlich erst zur Untersuchung der elektrischen Strahlung gebraucht. Marconi hat dafür eine möglichst wirksame Form aus- gesucht, und besteht der Fritter aus einem etwa 4 cm. langen, zirka 3 mm. weiten Glasröhrchen G (Fig. 2). In diesem befinden sich zwei Zylinderchen S aus Silber, möglichst eng an die Wände des Röhrchens anliegend und einen Zwischenraum von 1 bis 2 mm. zwischen sich lassend. Von ihnen gehen zwei Platindrähte P nach aussen. Der Raum zwischen den beiden Zylinderchen S wird mit ziemlich groben Feilspähnen aus Metall angefüllt. Sehr gut geeignet zeigte sich eine Mischung von 96% Nickel- und 4% Silberspähnen. Nach Marconi wird die Röhre auf beiden Seiten zugeschmolzen und luftleer gemacht. Letzteres ist nicht absolut nötig; doch hält sich die Wirksamkeit dadurch länger.



Die lockern Spähne bilden nun einen sehr schlechten elektrischen Leiter, weil jene keinen eigentlichen Zusammenhang haben. Wenn dagegen elektrische Wellen dieselben treffen, so springen zwischen den einzelnen Teilchen Fünkchen über, durch deren Hitze die Spähne etwas zusammenbacken, oder zusammenfritten und so eine kontinuierliche elektrische Leitung entsteht, welche ein Strom verhältnismässig leicht passieren kann. Daher kommen die Namen Kohärer und Fritter. Man könnte nun dieses Rohr mit einem galvanischen Elemente (etwa einem Trockenelemente) und einem Strommesser (Galvanometer) in einen Leitungskreis bringen. Sind die Spähne locker, so zeigt das Galvanometer keinen Ausschlag. Sobald jene aber durch Wirkung elektrischer Wellen, wie sie vom Righischen Sender (Fig. 1) ausgehen, zusammenbacken und so die Leitung hergestellt ist, zeigt sofort die Galvanometernadel einen Ausschlag, welcher natürlich bleibt, bis durch leichten Schlag auf den Fritter der Zusammenhang der Spähne wieder gelöst wird.

Es ist nun bequemer, wenn dieser Schlag direkt vom Apparate selbst ausgeführt wird, und ebenso für Vorführung in grössern Kreisen besser, wenn man die Einrichtung so trifft, dass man ein laut hörbares Zeichen bekommt. Zu diesem Zwecke ist vor allem ein zuverlässiges und sehr empfindliches Relais erforderlich. Derartige Instrumente hat man schon fast von Beginn der gewöhnlichen Telegraphie an benutzt, wenn die Ströme auf der Leitung so sehr abgeschwächt wurden, dass sie den Schreibhebel des eigentlichen Telegraphen nicht mehr sicher zu bewegen vermochten.

Ein für Strahlungszwecke sehr geeignetes, aufs Feinste regulierbares Relais wird in den mechanischen Werkstätten von Ernecke in Berlin und Max Kohl in Chemnitz angefertigt. M Fig. 3 ist ein hufeisenförmiger Stahlmagnet, dessen Schenkel rechts etwas verkürzt ist. Vom linken Ende N aus geht nach rechts ein

wagrecht Kern weichen Eisens, welcher von einer Drahtspule S von ziemlich grossem Widerstande umgeben ist. Von Klemmschrauben bei 1 und 2 gehen

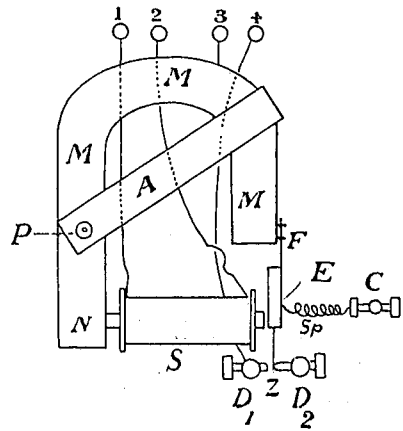


Fig. 3

Drähte an die beiden Enden der Spule. Da der Spulenkern an dem einen Pole N, z. B. dem Nordpole des Magneten befestigt ist, so wird er selbst zum Magneten und das Ende rechts zum Nordpol. Am verkürzten Schenkel rechts, dessen Ende nach der Annahme ein Südpol sein muss, ist eine nicht zu starke Stahlfeder F und an dieser ein Eisenstück E befestigt, welches eine Zunge Z trägt, die zwischen zwei Schrauben D₁ und D₂ hineinragt und für gewöhnlich an D₂ anliegt. Das Stück E bekommt dann ebenfalls einen Südpol und würde infolge der Anziehung sich gegen den Nordpol des Spulenkerns legen, wenn es nicht durch eine Spiralfeder Sp daran verhindert würde. Letztere kann mit der Schraube C in der Spannung

so reguliert werden, dass E von der Spiralfeder Sp eben noch zurückgehalten wird. Wenn man dann die Klemmen 1 und 2 in richtiger Weise mit einer Stromquelle, z. B. einem Trockenelemente in Verbindung setzt, so läuft durch die Spule S ein Strom, welcher den gegenüber E befindlichen Nordpol verstärkt. Dadurch wird die Federkraft von Sp überwunden, das Stück E bewegt sich nach links und die Zunge Z legt sich an die Schraube D₁. Diese steht durch eine Leitung mit der Klemme 4 in Verbindung, während ein kurzer Draht von der Klemme 3 zum Körper des Hufeisenmagneten führt, und so eine Verbindung mit der Zunge Z hergestellt ist. Liegt diese wie oben an D₁ an, so sind die Klemmen 3 und 4 in zusammenhängender leitender Verbindung. Wird bei 3 und 4 ein Klingelwerk mit einem Trockenelement angeschlossen, so kommt jenes in Gang. Dies geschieht also jedes mal, wenn, und so lange über die Klemmen 1 und 2 ein Stromschluss stattfindet. Bei 3 und 4 lässt sich leicht ein weiteres Läutwerk oder auch ein Telegraphenapparat ansetzen, die dann mit dem schon vorhandenen gleichzeitig in Tätigkeit gelangen. Die Empfindlichkeit lässt sich mit den Schrauben C, D₁ und D₂ sehr gut und leicht regulieren. Um dies noch feiner ausführen zu können, ist ein um P drehbarer Eisenanker A quer über das Hufeisen gelegt. Je wagrechter er gestellt ist, desto schwächer wird der Pol bei E, um so unempfindlicher das Relais. Es kann nun so reguliert werden, dass es auf die schwächsten Ströme anspricht. In der beigelegten Tafel sieht man das Relais R in Fig. II links mit einem Brette an einem Stativ befestigt. Aus Fig. 4 ergibt sich der ganze Empfangsapparat für die elektrischen Wellen. Wenn diese vom Sender (Fig. 1) an-

langen, so erregen sie den Fritter F zur Leitungsfähigkeit. Dadurch wird der Strom aus dem Elemente B₁ mittelst der Klemmen 1 und 2 über die Spule S (Fig. 3) des Relais R geschlossen

und die Zunge Z legt sich an D₁. Dadurch ergibt sich, wie wir gesehen, Verbindung über die Klemmen 3 und 4, und zwar erstens über das Klingelwerk K₁ zum Elemente B₃, die Klingel ertönt. Gleichzeitig bekommen wir aber auch eine zweite über Klingelwerk K, von dem die Glockenschale weggenommen, zum Elemente B₂. Der Hammer von K kommt gleichfalls in Bewegung, schlägt aber, statt auf die Glocke, auf den Fritter F; die Spähne lösen sich infolge der Erschütterung wieder, die Leitung über B₁ ist unterbrochen, die Zunge Z geht zurück nach D₂, die über 3 und 4 gehenden Ströme sind dadurch auch unterbrochen. Die Glocke K₁ schweigt, bis wieder eine neue Welle kommt. Wird der Sender längere Zeit ohne Unterbruch in Tätigkeit gehalten, so geht der Funkenstrom bei G (Fig. 1) fortwährend vor sich, und die elektrischen Wellen folgen sich rasch nach einander. Der Hammer von K hat kaum, oder vielleicht noch nicht die erste Erregung des Fritters F vernichtet, so kommt schon die zweite, dritte u. s. f. Die Klingel K₁ ertönt fortwährend, bis der Sender zu arbeiten aufhört. Man ist also im Stande, längere und kürzere Zeichen zu geben.

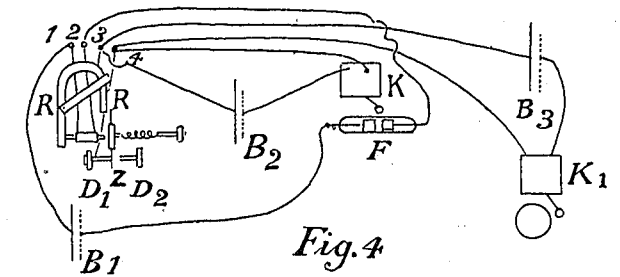


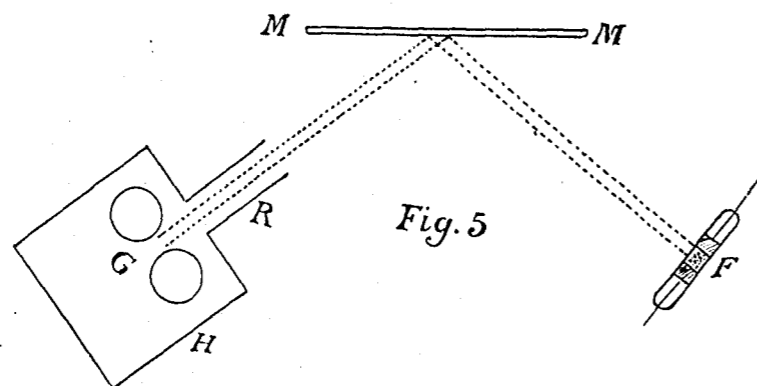
Fig. 4

Die Fig. II der Haupttafel zeigt eine Empfängerstation, wie sie im Laboratorium mit wirklichen Apparaten zusammengestellt und photographisch aufgenommen wurde. Die Buchstaben entsprechen denen von Fig. 4, nur ist die Klingel K₁ ersetzt durch einen Telegraphenapparat T, und als Fritter F eine ebenfalls gut funktionierende Einrichtung eingesetzt, die kürzlich von L. Bleekrode in Holland zu telephonischer Aufnahme der Wellen angewendet wurde, und ihrer Einfachheit wegen bemerkenswert ist. Nur sind dann zum Betriebe, wie man in Fig. II sieht, zwei Trockenelemente notwendig. An diesem Fritter bemerkt man 5 wagrechte Stäbchen. Dies sind einfach Nähnadeln, welche lose in Bohrungen zweier aufrechter Kohlenkörper liegen. Letztere sind auf einem Brettchen befestigt und mit zwei stehenden Messingsäulen verbunden, von deren obren Enden ein Draht nach der rechten Seite von B₁ und einer nach der Klemme 2 (Fig. 3) führt, gerade wie in Fig. 4 vom Röhrenfritter aus. Links davon steht das Klingelwerk K, dessen Hammer auf eine Nase des Fritterbrettchens schlägt. Zwischen den Nähnadeln und den Kohlen entstehen durch die ankommenden Wellen in gleicher Weise wie früher Fünkchen und so ebenfalls der Zusammenhang, der

durch den Schlag wieder aufgehoben wird. Die Bedeutung der Stange A links werden wir später kennen lernen.

Nachdem so die Einrichtung und Wirkungsweise der Senderstation (Fig. 1) wie des Empfängers (Fig. 2, 3, 4 und II) besprochen, soll in Nachfolgendem angegeben werden, wie mit diesen Apparaten nun die Beobachtungen gemacht werden können, welche die Schwingungsnatur und die Gleichheit mit den Lichtwellen dartun. Zu dem Zwecke muss der Sender Fig. 1 am besten vollständig in einen Metallkasten eingeschlossen sein, so dass nur der Knopf des Stromschlüssels K heraustritt, um den Strom herstellen und unterbrechen zu können. Es sollen der Einfachheit wegen beim Sender nur die zwei grossen Kugeln G und beim Empfänger nur der Fritter F angedeutet werden, während das Uebrige hinzugedacht werden muss.

Der Metallkasten H (Fig. 5), welcher den Sender umschliesst, besitzt in einer Seitenwand eine nicht zu kleine Oeffnung mit Rohransatz R, der gegenüber den Kugeln G liegt. Stellt man den Fritter F gerade dem Rohre



R gegenüber, so ertönt beim Spielen des Senders die Klingel des Empfängers. Die Strahlen treten zum Rohre heraus, gehen geradlinig weiter bis zum Fritter, und erregen diesen. Verschiessen wir aber die Rohröffnung durch eine Metallplatte oder einen andern Leiter, so bleibt der Empfänger stumm. Geschieht der Verschluss dagegen mittelst einer Glas-, Paraffin-, Hartgummiplatte u. s. f., überhaupt durch einen Nichtleiter, so hören wir die Klingel im Empfänger.

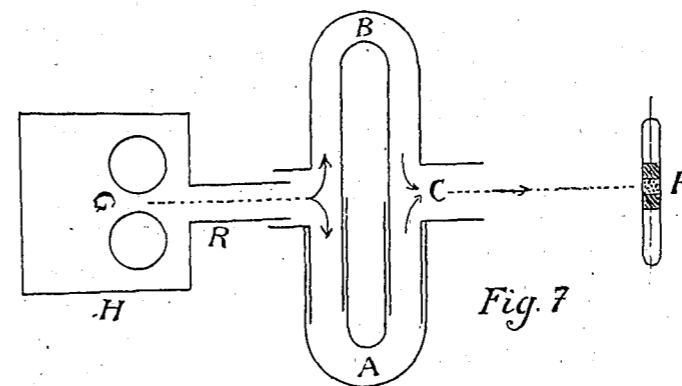
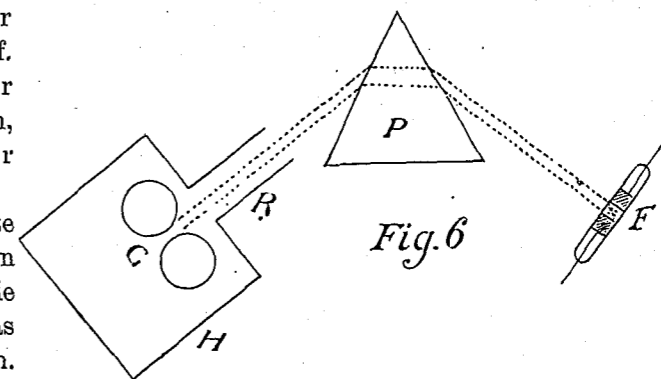
Wird jetzt der Fritter ziemlich abseits von der Rohrachsen-Richtung gestellt, wie in Fig. 5, so hören wir während des Funkenstroms zwischen G nichts von der Glocke. Stellen wir aber eine Metallplatte M so hin, dass sie mit der Rohrachse und der Richtung nach dem Fritter gleiche Winkel einschliesst, so werden die vom Sender kommenden Strahlen an der Metallplatte unter demselben Winkel zurückgeworfen, treffen den Fritter und die Klingel lässt sich vernehmen.

Stellen wir statt der Metallplatte M in den Strahlenweg ein nicht zu kleines dreiseitiges Prisma P aus Pech oder Paraffin, so gehen die elektrischen Strahlen hindurch, werden jedoch wie beim Durchgang des Lichtes durch ein Glasprisma von ihrem Wege nach der in Fig. 6 gegebenen Art abgelenkt; sie sind zweimal gebrochen, und treffen den am richtigen Orte aufgestellten Fritter des Empfängers.

Aus diesen Versuchen ergibt sich: Körper, welche die Elektrizität leiten, wie Metalle, lassen die elektrischen Strahlen nicht durch, sondern werfen sie zurück. Nichtleiter wie Glas, Harze u. s. f. lassen dieselben mehr oder weniger gut durch, wobei eine Brechung der Strahlen stattfindet.

Daher ist auch der ganze Sender in einen Metallkasten eingeschlossen, so dass die Strahlen einzig durch das Rohr R austreten können.

Stellt man den Fritter F direkt in den Gang der vom Righi-Sender G ausgehenden Strahlen, aber so weit entfernt, dass diese nicht genügend wirken, so bleibt die Klingel stumm. Bringen wir aber zwischen Sender und Empfänger eine grössere Sammellinse aus Paraffin, so werden die elektrischen Strahlen nach dem Linsendurchgang gesammelt, wie die Sonnenstrahlen durch ein Brennglas, und bringen wie hier auch dort eine verstärkte Wirkung hervor; die Glocke ertönt. Bringen wir in den Strahlengang unmittelbar vor das Rohr R des Senders Fig. 5 ein Gitter aus lauter parallelen, höchstens einen Centimeter auseinander liegenden Drähten, eine Art Rost, nachdem der Fritter vorher in eine solche Distanz gebracht wurde, dass er ansprach, und stellen die Drähte aufrecht, so reagiert der Empfänger auch jetzt noch; legen wir die Drähte wagrecht, so zeigt sich keine Wirkung. Die Schwingungen können also in letzterer Lage das Gitter nicht passieren. Daraus müssen wir den Schluss ziehen, dass die elektrischen Schwingungen Querschwingungen sind, senkrecht zur



Fortpflanzungsrichtung, wie die des Lichtes, und bei unserm Erreger nur lotrecht auf- und abwärts gehen, weil sie nur dann zwischen den Drähten durchschlüpfen können, wenn diese auch lotrecht gestellt sind. Es sind daher diese Schwingungen polarisiert.

Dann lässt sich ebenso wie bei den Schall- und

Lichtwellen zeigen, dass auch die elektrischen Wellen sich aufheben, wenn solche vom gleichen Erreger aus auf verschiedene Wege geleitet und wieder zusammengeführt werden. Man kann sich hiezu der in Fig. 7 skizzierten Methode bedienen: An das Rohr R des Senders ist ein metallenes Doppelrohr. A B angepasst, von ungefähr derselben Weite wie R. Die Wellen, welche von G kommen, teilen sich, nachdem R passiert ist, in zwei Zweige, einer geht durch A, der andere durch B. Bei C kommen sie wieder zusammen und gehen gemeinsam gegen den Fritter F, welcher erregt wird, weil die beiden Rohrteile bis C dieselbe Länge haben. A lässt sich aber ausziehen wie eine Posaune, wodurch der Weg über A verlängert wird. Führt man dieses Ausziehen ganz vorsichtig und langsam aus, so tritt ein Moment ein, bei dem die Glocke des Empfängers schweigt. Ziehen wir jetzt noch halb so weit aus, so hören wir das Zeichen wieder, bei doppelt so grossem Auszuge bleibt alles wieder stumm. Gerade so verfährt man auch mit den Tonwellen.

Diese Erscheinungen erklären sich einfach auf folgende Art: Bei ganz eingestossenem Rohre A sind die Wege über A und B nach C gleich lang und die Wellen haben beidseitig ebenfalls gleiche Länge. Dann trennen sich am Ende von R entweder zwei Wellenberge oder zwei Täler von einander und müssen bei C wieder Berg und Berg oder Tal und Tal zusammenkommen, welche also einander verstärken. Ziehen wir aber A so weit aus, dass der Weg über A gerade um eine halbe Wellenlänge, d. h. um die Länge eines Berges oder eines Tales grösser ist, so treffen bei C immer ein Berg und ein Tal zusammen und ihre Wirkungen vernichten sich, der Empfänger rührt sich nicht. Wir haben nun eine Interferenz. Damit lässt sich auch die Länge der Wellen ermitteln.

Alle diese Versuche zeigen zunächst die Wellennatur der elektrischen Strahlung, und die Existenz von Schwingungen senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung, wie bei Wärme und Licht. Nehmen wir hinzu, dass die elektrischen Wellen sich genau mit der gleichen ausserordentlichen Geschwindigkeit von 300 000 Kilometer in der Sekunde fortpflanzen, wie die von Licht und Wärme, so folgt unzweifelhaft, dass es derselbe Stoff sein wird, der all diese Erscheinungen verursacht, nämlich der Aether, und dass der Unterschied von Licht-, Wärme- und elektrischer Strahlung nur in der Länge der Wellen oder in der Geschwindigkeit der Hin- und Herschwingung beruht. Die elektrischen Wellen wären nach allem wesentlich länger als diejenigen von Wärme und Licht.

Sehr instruktiv werden die Versuche auch, wenn man nach dem von Spielmann in Wien 1896 angegebenen Verfahren einen elektrischen Gasanzünder als Wellensender benutzt. Es ist dies einfach eine in einer zylindrischen Handhabe aus Hartgummi eingeschlossene kleine Elektrisiermaschine. Die Strahlenwirkung geht zwar nicht sehr weit, was aber für die eben beschriebenen Versuche nicht von Bedeutung ist. Dafür lässt sich aber die Wirkung eines Hohlspiegels sehr gut zeigen. Man schliesst hier zweckmässig den Fritter in einen Metallkasten mit

regulierbarer Oeffnung. Stellt man den Gasanzünder so weit weg, dass der Fritter nicht mehr erregt wird, und setzt dann hinter jenen einen metallenen Hohlspiegel, so wirft dieser die Strahlen gesammelt und damit verstärkt nach dem Fritter, und wir hören die Klingel.

So wurden die Strahlungsversuche seit den ersten Veröffentlichungen von Hertz allmählich vereinfacht und zugleich auf grössere Distanz empfindlicher; die Strahlentelegraphie war eigentlich bereits da.

Wie wenig Hertz selbst nach seinen Entdeckungen eine Verwertung derselben zur Zeichengabe auf grössere Distanzen für möglich hielt, zeigt ein Brief, den er 1889 auf eine Anfrage des Herrn Zivilingenieur H. Huber in München, ob man mit den Hertz'schen Wellen ohne fortlaufenden Draht wohl telephonieren könne, diesem zusandte. Der Brief, welcher in der elektrotechnischen Zeitschrift, Jahrgang 1897, pag. 541, veröffentlicht ist, lautet:

Bonn, den 3. Dezember 1889.

Sehr geehrter Herr!

Auf Ihre freundlichen Zeilen vom 1. ds. antworte ich ganz ergebenst das Folgende: Magnetische Kraftlinien lassen sich ebenso gut wie die elektrischen als Strahlen fortpflanzen, wenn Ihre Bewegungen nur schnell genug sind; denn in diesem Falle gehen sie überhaupt mit den elektrischen zusammen, und die Strahlen und Wellen, um welche es sich in meinen Versuchen handelt, könnte man ebenso gut magnetische wie elektrische nennen. Aber die Schwingungen eines Transformators, oder eines Telephons sind viel zu langsam. Nehmen Sie tausend Schwingungen in der Sekunde, so würde dem doch im Aether schon eine Wellenlänge von 300 Km. entsprechen, und von der gleichen Grösse müssten auch die Brennweiten der benutzten Spiegel sein. Könnten Sie also Hohlspiegel von der Grösse eines Kontinentes bauen, so könnten Sie damit die beabsichtigten Versuche sehr gut anstellen, aber praktisch ist nichts zu machen, mit gewöhnlichen Hohlspiegeln würden Sie nicht die geringste Wirkung verspüren. So vermute ich wenigstens.

In vorzüglicher Hochachtung bin ich

Ihr ganz ergebener

H. Hertz.

Während so Strahlensender und Empfänger immer mehr verbessert wurden, liefen nebenher andere Versuche, um auf elektrischem Wege ohne gegenseitige Drahtverbindung telegraphische oder telephonische Zeichen zwischen zwei Orten austauschen zu können. Die ersten derartigen Experimente machte von 1892 bis 1894 der Engländer Preece zwischen Wales und den Inseln Flat Holm und Steep Holm, die durch den Bristolkanal von Wales getrennt sind. Die erstere Insel ist 5 km., die zweite 8½ km. entfernt. Es wurde gegenseitige Induktion benutzt. An der Küste von Wales wurde eine 1160 m. lange Doppelleitung durch die Luft geführt. Auf Flat Holm wurde ein Guttaperchakabel von 548 m. Länge verlegt und ähnlich auf Steep Holm. Die Erde benutzte Preece zur Rückleitung. An der Küste von Wales war eine zweipferdige Dampfmaschine mit entsprechender elektrischer Wechselstrommaschine von 192 vollständigen Stromwechseln in der Sekunde bei 150 Volt Spannung und 15 Ampère Stromstärke mit der Luftleitung verbunden,

in welche ein Telegraphenstromunterbrecher eingeschaltet war. Die Korrespondenz gelang mit dem nähern Flat Holm vollständig, dagegen nicht mit dem entfernten Steep Holm. Auch mit Dampfbooten wurde Verständigung mittelst der gleichen Einrichtung versucht, gelang aber nur, wenn die Kabel an die Wasseroberfläche gezogen wurden. Nach demselben Prinzipie mit auf mehrere Kilometer verlängerten Leitungen konnte man in Schottland auf 2 km. sowohl telephonieren als auch telegraphieren. Bei einer bestimmten Zahl von Stromwechseln in der Sekunde war die Korrespondenz am deutlichsten, und nahm die Wirkung sowohl mit der Vermehrung als auch der Verminderung der Stromwechsel ab. Die Leiter an beiden Stationen mussten jeweilen parallel geführt werden.

Die Wirkung beruht auf der Tatsache, dass, wenn in einem Leiter wechselnde Stromstösse erfolgen, solche in gleicher Häufigkeit in einem parallel gezogenen Leiter entstehen, und zwar um so intensiver, je näher die beiden Leiter aneinander liegen, je länger sie sind und je stärker der Strom ist. Man nennt dies die Induktion. Je weiter die Drähte von einander abstehen, um so intensivere Ströme sind notwendig, um eine merkliche Induktion zu erzielen. Daher musste Preece verhältnismässig grosse parallele Drahtlängen und starke Ströme benutzen.

W. und E. Rathenau arrangierten im Verein mit H. Rubens im Jahre 1894 neue Versuche auf dem Wannensee bei Potsdam. Am Ufer stand eine Batterie von 75 Akkumulatoren, also mit 150 Volt Spannung. In 500 m. Abstand von einander wurden zwei Zinkplatten von je 15 m² Oberfläche in dem See versenkt und mit den beiden Polen der Batterie verbunden. Zugleich wurde ein Telegraphenunterbrecher (Morsetaster) und ein Regulierwiderstand in die Leitung eingeschaltet, ebenso ein automatischer Stromunterbrecher mit 150 Unterbrechungen per Sekunde. Von zwei Booten in Abständen von 40 bis 300 m. wurde ebenfalls je eine Zinkplatte von 4 m² Oberfläche versenkt und durch ein Kabel verbunden, in welches zwei Hörtelefone eingeschaltet waren. Durch Niederdrücken des Morsetasters entstanden länger oder kürzer dauernde Stromstösse in der Akkumulatorenleitung. Durch Induktion wirkten sie auf die Leitung zwischen den Schiffen und wurden sie in den Telephonen durch ebenfalls längere oder kürzere Geräusche bemerkbar. Man konnte so, entsprechend dem telegraphischen Alphabete, verschieden lange Zeichen geben und derart die Buchstaben zusammensetzen. Die Verständigung gelang bis auf 4½ km. Eine zwischenliegende Insel verursachte keine Störung.

Nun trat bald der seither sehr bekannt gewordene Italiener Marconi mit seinem System der drahtlosen Telegraphie auf den Plan, welches allerdings sowohl in Bezug auf Einfachheit der Hilfsmittel als Wirksamkeit die bisherigen Methoden weit übertraf.

Gegen Ende des Jahres 1896 berichtete Preece in einem Vortrage darüber, aber allerdings wegen patentrechtlichen Interessen noch sehr geheimnisvoll. Während des Vortrages wurden sogar einige Versuche mit den Marconischen

Apparaten ausgeführt, aber deren innere Einrichtung nicht gezeigt. Preece erklärte, er habe Vertrauen in die Sache, und die englische Postbehörde interessiere sich für die Erfindung und werde keine Kosten scheuen, um eingehende Versuche anzustellen.

Dann allerdings brachte Preece in einem neuen Vortrage den 4. Juni 1897 nähere Details über die Erfindung Marconis, und wurde so die Strahlen- oder Funkentelegraphie, auch Wellentelegraphie, welche, wenn schon nicht ganz gerechtfertigt, drahtlose Telegraphie genannt wird, näher bekannt. Die letztere Benennung ist deshalb nicht absolut richtig, weil freilich Drähte gebraucht werden, nur keine Verbindungsdrähte zwischen den beiden korrespondierenden Stationen.

Es ergab sich, dass eigentlich alle Apparate, die Marconi notwendig hatte, schon vorhanden gewesen. Der Sender war genau der Righi-Sender in Fig. 1, der Empfänger der durch Fig. 4 dargestellte. Nur wurde anstatt der Klingel K₁ in letzterer ein Telegraphenschreibapparat (Morseapparat) T eingesetzt, wie es Fig. II der Tafel zeigt. Allerdings hat er den Fritter F wesentlich empfindlicher gemacht und erst in der Art konstruiert, wie er hier beschrieben wurde. Auch das Relais R, welches man sonst beim gewöhnlichen Telegraphieren benutzte, war nicht zuverlässig genug und wurde dasselbe durch Marconi ebenfalls verfeinert.

Sein Hauptverdienst bestand darin, das vorhandene Material in genialer Weise zusammengestellt und gezeigt zu haben, dass die vom Righi-Sender G ausgehenden Wellen auf sehr weite Distanz wirksam genug sind, wenn die angewendeten Induktionsapparate J (Fig. I der Tafel) genügend gross gewählt werden. Preece hat in seinem Vortrage erwähnt, dass bis 6½ km. Distanz Induktoren von 15 cm. Funkenstrecke genügen, für grössere Entfernungen aber solche bis 50 cm. Funkenstrecke erforderlich seien.

Die ersten grösseren Versuche wurden 1897 über den Bristolkanal auf 14 km. Distanz mit gutem Erfolge ausgeführt. Die grossen Kugeln des Righi-Senders G (Fig. 1) wurden in der Grösse von 10 cm. Durchmesser gewählt und tauchten in Vaselinöl. Den 14., 15., 16. und 18. Juli 1897 leitete Marconi Versuche in Spezzia von der Küste nach einem Schiffe. Bis 16½ km. gelang die Korrespondenz gut. Gestört wurde sie durch elektrische Spannungen in der Atmosphäre, durch Berge, Inseln, Landvorsprünge oder durch die Masten und Schornsteine des Schiffes, wenn sie sich im Wege der Strahlen befanden.

Sehr gut gelingt die Zeichengebung auch durch die Anordnung, wie sie in Fig. I der Tafel dargestellt ist, und wie ich dieselbe sofort gebraucht habe, als mir 1897 die nähern Details des Marconischen Verfahrens bekannt wurden. Ich sagte mir, es gehören zur Entwicklung kräftiger Wellen hohe Frequenz, hohe Spannung und Funken, welche weniger Licht und Schall, dafür aber mehr elektrische Energie ausstrahlen, und dazu seien wohl die Funken der sogenannten Teslaströme sehr geeignet, was auch die Versuche bestätigten. Ich hatte also gar

nichts Neues anzuschaffen als einen nach Marconis Vorschrift selbst angefertigten Fritter für 50 Cts. Alles andere war schon da. Allerdings war das Relais, welches mir anfänglich zur Verfügung stand, ein gewöhnliches Telegraphenrelais, System Hipp, welches nicht zuverlässig genug arbeitete. Nach Anschaffung des polarisierten Relais Fig. 3, beziehungsweise R in Hauptfigur II, funktionierte alles tadellos.

In Hauptfigur I sehen wir bei B eine Akkumulatorenbatterie; R ist ein Stromregulator. Der Strom geht nun vom einen Batteriepole zum Regulator R mit dem hochgebogenen Drahte ganz links, dann vom Regulator mit nahe kreisförmigem Drahte zum Morsetaster K, von diesem durch einen kurzen in scharfer Ecke nach oben gekrümmten Draht zur einen Hauptklemme des Induktors J. Von der andern Klemme des letztern läuft ein langer Draht unterhalb der obersten Biegung des vorher genannten fast kreisförmigen Drahtes zurück zur Batterie B. Wird also der Morsetaster K längere oder kürzere Zeit heruntergedrückt, so entsteht Stromschluss und der Induktor setzt sich in Funktion. Gerade hinter dem Induktor J stehen zwei Leidnerflaschen L, deren innere Belegungen Stangen nach oben besitzen, welche durch einen dickern Querdraht verbunden sind. Die äussern Belegungen haben gleichfalls leitende Verbindung, indem die Flaschen auf einer Metallunterlage stehen. Von den zwei oben stehenden Sekundärklemmen des Induktors ist diejenige rechts direkt mit der innern Belegung der Flasche, die links mit der äussern verbunden. Der Draht links geht nämlich zum Querstabe oben auf der Säule Q links von den Flaschen, von wo ein starker lotrechter Draht zur Metallunterlage führt. Ziemlich in der Mitte des Bildes steht nun ein zweiter Induktor oder Transformator (Umformer) T, System Elster und Geitel. Zwischen diesem und dem Regulator R bemerkt man ein Gestell F, das oben eine regulierbare Funkenstrecke von wenigen Millimetern zwischen zwei kurzen Zinkstäben trägt. Am Transformator T erkennt man leicht die weite primäre Wicklung, bestehend aus nur fünf Windungen dicken Drahtes, welche durch darüber gezogenen Gummischlauch gut von einander isoliert sind. Im Innern steht, ohne Verbindung mit der primären Wicklung, aufrecht eine längere und dünnere Säule aus Glas, welche mit dem ebenfalls dünnern sekundären Drahte in zahlreichen Windungen bewickelt ist. Das eine Ende der primären Spule von T steht nun mit dem linken Stabe der Funkenstrecke F, das andere Ende mit der innern Belegung der Leidnerflaschen L in Verbindung. Der erstere Draht führt in scharfem Bogen gerade vor den Akkumulatoren vorbei, der andere vor der rechten Kugel S. Vom zweiten Stabe der Funkenstrecke F geht eine Leitung nach der Säule auf der Metallunterlage der Flaschen L. Endlich stehen hinter den letztern zwei Hartgummi-säulen, welche die ziemlich grossen Messingkugeln S an zwei verschiebbaren Stäben tragen. Diese sind einerseits mit dem obern, anderseits mit dem untern Ende der innern sekundären Spule des Transformators T verbunden. Der Vorgang ist nun folgender:

Wird der Morsetaster K (Fig. I) heruntergedrückt, so ist der Stromkreis der Batterie B durch die innere Spule des Induktors J geschlossen. Der Selbstunterbrecher des letztern kommt in Gang und es entstehen wechselnde Induktionsströme in der äussern Spule von J. Diese gehen durch die innere Belegung der verstärkenden Leidnerflaschen L, die fünf groben Windungen des Transformators T, die Funkenstrecke von F, die äussere Belegung der Flaschen L zurück zum zweiten Pole der äussern Spule des Induktors. Bei F entstehen glänzende, sehr geräuschvolle Funken. Dieser infolge des Selbstunterbrechers wechselnde Strom wirkt induzierend auf die innere lange Spule von T, so dass in dieser wegen der grössern Windungszahl eine erhöhte Spannung, und zwischen den beiden Enden derselben durch die Kugeln S hindurch ebenfalls ein Wechselstrom entsteht, so dass bei S Funken überspringen. Es entstehen also beim Sender Fig. I im ganzen drei Funken, einer beim Selbstunterbrecher des Induktors J, ein zweiter bei der Funkenstrecke von F und der dritte zwischen den Kugeln S. Der erste, einer sehr geringen Spannung entsprechend, ist nur sehr klein und bloss auf die allernächste Umgebung wirksam. Der zweite ist weiss glänzend, verursacht sehr starkes Geräusch. Aber man kann hier auch sagen „viel Lärm um nichts“; denn trotz seines Gepolters, oder vielmehr gerade deswegen reicht seine Strahlenwirksamkeit nur auf eine kurze Strecke. Er verpufft seine Energie in der Hauptsache in Lärm und Licht. Der letzte Funke bei S von hoher Spannung und grosser Frequenz ist sehr wenig leuchtend und nur schwach tönend. Er ist es, welcher die weittragenden Wellen aussendet. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man die Kugeln S mit einem Drahte verbindet. Der Empfänger spricht dann nicht an, obschon die zwei ersten Funken noch vorhanden sind.

Der Empfänger in Hauptfigur II ist bereits beschrieben worden.

Je nachdem der Morsetaster K, Fig. I, längere oder kürzere Zeit heruntergedrückt wird, entstehen auf dem Papierstreifen des telegraphischen Schreibapparates T, Fig. II, auch längere oder kürzere Zeichen, aus welchen die Buchstaben zusammengesetzt werden.

Übrigens ist zu erwähnen, dass in Wirklichkeit die erste Zeichenübertragung mit elektrischen Wellen, und zwar auf telephonischem Wege von Prof. E. Hughes, dem Erfinder des Drucktelegraphen und des als telephonischer Sender gebrauchten Mikrophons, im Jahre 1879 ausgeführt wurde. Er hatte dazu schon im Prinzipie einen Fritter (Kohärer) als Empfänger gebraucht. Leider hatte er seine Versuche nicht veröffentlicht; aber durch das glaubwürdige Zeugnis berühmter englischer Gelehrter wie Preece, Crookes, Spottiswoode, denen er seine Experimente zur genannten Zeit vorführte, ist die Tatsache unzweifelhaft erwiesen. Hughes gibt in einem längern Briefe an J. J. Fahie in London vom 29. April 1899 nähere Auskunft über sein Verfahren, konnte sich aber 1879 und noch später über die Ursache der Wirkung auf Distanz keine Rechenschaft geben, weshalb er nichts ver-

öffentliche. Er anerkennt rückhaltlos die Verdienste seiner eigentlichen Nachfolger, besonders auch Marconis, die ja von seinen Experimenten nichts wissen konnten.

Nach den ersten Erfolgen, die Marconi aufweisen konnte, arbeitete er selbst unausgesetzt daran, seine Methode zu verfeinern und auf immer grössere Distanzen anzuwenden, so dass es ihm gegenwärtig gelingt, auf einige hundert Kilometer zu telegraphieren. Es ist z. B. zwischen Kap Lizard und der Insel Whigt auf eine Distanz von über 300 Kilometer ein regelmässiger Verkehr eingerichtet. Da er sich aber selbstverständlich alle Erfindungen patentieren liess und sich eine Marconische Aktiengesellschaft bildete, um die Patente auszubeuten, und sie von den Staaten hohe Summen forderte, haben sich auch andernorts Forscher hinter das Problem gemacht und durch Abänderungen, beziehungsweise Verbesserungen für ihre Staaten von den Patenten Marconis unabhängige Apparate zu konstruieren.

Es sind namentlich zwei Deutsche, Prof. F. Braun in Strassburg und Prof. A. Slaby in Charlottenburg im Verein mit Graf v. Arco in dieser Hinsicht seit 1901 mit Erfolg vorgegangen. Braun hat einen sehr wirksamen Sender konstruiert, dessen Prinzip mit dem von mir verwendeten, in Hauptfigur I dargestellten, nahe verwandt ist, auf dessen nähere Einrichtung einzugehen ich mir hier versagen muss. Slaby und v. Arco arbeiteten weniger an Erzielung einer immer grössern Fernwirkung, als vielmehr an Vervollkommnung eines andern Zweckes, auf welchen wir sofort zu sprechen kommen werden.

Sobald die Distanz eine grössere wird, Häuser, Hügel und dergleichen den Weg versperren, so genügen die blossen Apparate, wie sie bis jetzt angegeben wurden, nicht mehr, und auf einige hundert Kilometer fällt auch schon die Krümmung der Erde in Betracht. Marconi sowohl als die andern mussten sich damit helfen, vom Sender wie vom Empfänger aus 40, 50 und mehr Meter lange Drähte senkrecht in die Luft hinauf zu führen, von welchen die Strahlen dann ausgesandt, beziehungsweise aufgenommen wurden. In den Hauptfiguren I und II sind die mit A bezeichneten Leiter die Anfänge derselben. Im Empfänger Fig. II ist dieser lotrechte Draht A durch einen solchen D mit dem einen Ende des Fritters F verbunden, während das andere Ende zur Erde abgeleitet ist, was auch mit der einen Sendekugel S getan wird.

Der Wellentelegraphie erwächst aber noch eine andere Aufgabe, die zu lösen nicht ganz leicht ist und an der Marconi und insbesondere auch Slaby eifrig arbeiten.

Die vom Sender ausgehenden elektrischen Strahlen laufen nach allen Richtungen. Deshalb werden geeignete Empfangsapparate an den verschiedensten Orten dieselbe Depesche gleichzeitig aufnehmen können, was natürlich die Wahrung des Depeschegeheimnisses illusorisch machen, und besonders die Anwendung der drahtlosen Wellentelegraphie im Kriege, wo sonst diese Art Zeichengebung sehr vorteilhaft wäre, zur Unmöglichkeit machen würde.

Eine Hauptsache ist es daher, Mittel und Wege zu gewinnen, um bestimmte Sende- und Empfangsapparate auf einander abzustimmen, abweichend von den andern. Es ist bereits Erhebliches in diesem Sinne von Marconi und namentlich von Slaby erreicht worden. Diese Abstimmung hat zudem noch den Nutzen, den Empfänger auch gegen schwächere Wellen, d. h. auch auf grössere Entfernungen empfindlicher zu machen. Das Verfahren beruht auf der Resonanz der Schwingungen, deren Prinzip im Nachstehenden näher besprochen werden soll.

Die Töne entstehen durch regelmässige Schwingungen, welche durch die Luft, die sie aufnimmt, durch deren eigene Schwingung fortgepflanzt werden, an das Trommelfell unseres Ohres gelangen, dasselbe gleichfalls erschüttern und mit ihm die innern Teile und schliesslich die Gehörnerven treffen. Diese bestehen aber in ihren Enden aus einer grossen Menge verschieden langer Fäden, ähnlich wie die Saiten eines Klaviers, und ist jeder für eine gewisse Schwingungszahl abgestimmt. Da schwingt nun diejenige Faser mit, welche für den Ton passt und leitet den Impuls zur Wahrnehmung nach dem Gehirn.

Eine Stimmgabel erzeugt den Ton durch Schwingung ihrer Zinken. Die Tonhöhe hängt ab von der Anzahl der Schwingungen in der Sekunde. Je mehr deren sind, um so höher ist der Ton. Das eingestrichene c erfordert z. B. 256 Schwingungen in der Sekunde. In dieser Zeit pflanzt der Schall in der Luft sich um 340 Meter fort. Auf diese Strecke kommen also 256 Wellen des angenommenen Tones. Für das eingestrichene c ist demnach die Länge einer Welle (ein Berg und ein Tal zusammen) der 256ste Teil von 340 Metern, d. h. etwa 132 Centimeter. Die Stimmgabel für sich gibt einen sehr leisen Ton, da die Menge Luft, die sie zu erschüttern vermag, nur klein und die Schwingung noch dazu schwach ist. Nimmt man jetzt aber ein nicht zu enges Rohr von einer Länge gleich dem vierten Teil der obigen Wellenlänge von 132 Centimetern, d. h. 33 Centimeter, und verschliesst auf der einen Seite mit einem Deckel, bringt die Stimmgabel durch Anschlagen in Tätigkeit und hält sie vor die freie Oeffnung der Röhre, so erschallt der Ton sehr kräftig und weithin hörbar. Machen wir die Röhre länger oder kürzer, so verschwindet der Ton wieder. Die Luft in einer solchen auf der einen Seite geschlossenen Röhre entspricht nämlich beim Schwingen dem vierten Teil einer Wellenlänge, und wenn der erregte Ton hierzu passt, so spricht sie an. Man sagt, sie sei in Resonanz mit der Stimmgabel.

Hat man zwei ganz gleiche Stimmgabeln auf zwei passenden Resonanzkasten, und schlägt sie an, so hört man den Ton sehr stark. Stellt man beide neben einander und erregt bloss die eine, fasst sie nach kurzer Zeit bei den Zinken, so dass sie zum Schweigen kommt, so hört man denselben Ton dennoch, wenn auch schwächer, aber von der andern Stimmgabel aus. Bringt man dagegen eine gleich montierte, aber andern Tones neben die erregte, so bleibt jene, wenn man diese zum Schweigen bringt, ebenfalls ganz stumm. Die erstern waren in Resonanz, die letztern dagegen nicht.

Dasselbe Experiment kann mit gespannten Saiten wiederholt werden. Sind sie gleich gestimmt, so befinden sie sich in Resonanz, und wenn die eine erregt wird, so erklingt auch die andere, bei ungleicher Stimmung ist dies nicht der Fall.

Diese Resonanz zeigt sich bei allen Schwingungen und geben oft zu den merkwürdigsten Erscheinungen Veranlassung. Stellen wir einen kleinen Elektromotor auf einen Tisch und versetzen ihn durch allmähliche Steigerung der Stromzufuhr in immer raschere Drehung, so kommt ein Moment, wo der Tisch sehr stark zittert. Statt dass, wie man wohl erwartet, bei noch grösserer Geschwindigkeit des Motors der Tisch noch stärker schwingt, wird er wieder ruhiger, und zwar um so mehr, je weiter die Geschwindigkeit sich von der kritischen entfernt. Jede noch so genau gearbeitete Maschine hat doch immer kleine Unregelmässigkeiten, infolge deren sie bei jeder Drehung eine Anzahl Schwingungen macht, die vielleicht ganz schwach sind. Wenn aber die Maschine nun so schnell läuft, dass ihre eigene Schwingungszahl mit der des Tisches zusammenfällt, und nur dann spricht dieser an und macht die Bewegungen heftig mit. Maschine und Tisch sind in Resonanz. Aehnliche Erfahrungen wurden auf der Eisenbahn Berlin-Zossen gemacht. Dort führt man Versuche aus bei elektrischem Betriebe mit Geschwindigkeiten bis zu 200 Kilometer in der Stunde. Da zeigte sich auch, dass bei einer bestimmten Kilometerzahl die Wagen in starke, auf- und abwärts gehende Schwingung gerieten, die sowohl bei grössern als auch kleinern Kilometerzahlen verschwanden. Die Schienenschwingungen waren bei der kritischen Geschwindigkeit in Resonanz mit denen des Wagens.

Ist nun die elektrische Strahlung ein Schwingungszustand, so müssen sich bei derselben dergleichen Resonanzen auch zeigen. Und wirklich hat man durch verschiedene Versuche solche nachgewiesen. Ein einfacher ist folgender nach Lodge:

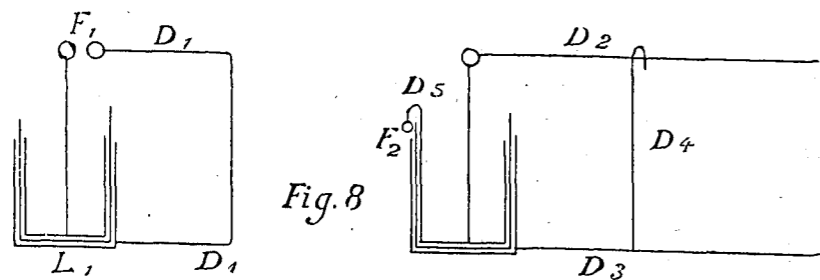


Fig. 8

Man nimmt zwei ganz gleiche Leidnerflaschen L_1 und L_2 (Fig. 8). Ein auf der äussern Belegung unten befestigter Draht D_1 wird zweimal rechtwinklig gebogen und endigt oben in eine der Flaschenkugel gegenüberstehende, so dass eine Funkenstrecke F_1 entsteht. Bei der Flasche L_2 geht ein gerader Draht D_2 oben von der Flaschenkugel wagrecht hinaus, ebenso unten D_3 von der äussern Belegung. Ein beide verbindender Querdraht D_4 kann beliebig verschoben werden.

Ein gebogenes Drahtstück liegt an der innern Belegung und reicht mit seinem Kugelende bis nahe an die äussere Belegung, so dass dort eine kleine Funkenstrecke F_2 entsteht.

Legt man jetzt den Draht D_4 so an, dass er von L_2 gleichen Abstand hat wie das aufrechte Stück in D_1 von L_1 , stellt die Flaschen mit parallelen Drähten nebeneinander, und ladet mit einer Elektrisiermaschine die Flasche L_1 , bis bei F_1 ein Funke überspringt, so sieht man gleichzeitig auch einen bei F_2 . Wir haben Resonanz. Schiebt man D_4 mehr nach innen oder aussen, so entsteht bei F_2 kein Funke. Auch wenn die Resonanzstellung des Drahtes D_4 belassen wird, man die Flasche L_2 aber so dreht, dass sein Drahtviereck zu dem von L_1 senkrecht steht, erlischt die Resonanz. Zur vollen Wirkung gehört demnach parallele Lage der Drähte.

Die elektrische Resonanz gibt nun das Mittel, Sender und Empfänger auf einander abzustimmen, wodurch erstens die Empfindlichkeit erhöht wird und zweitens nicht abgestimmte Empfänger weniger leicht die Depeschen aufnehmen. Das System Slaby-Arco ist sehr wirksam und doch von möglichster Einfachheit, weshalb wir auf dasselbe hier näher eingehen wollen, ohne übrigens die äussersten Reguliernuancen zu berücksichtigen. Die wissenschaftliche Grundlage hierfür hat Slaby selbst gegeben in der elektrotechnischen Zeitschrift 1902, Seite 165 und folgende, und hat diese Abhandlung durch dessen Assistenten Georg Seibt am gleichen Orte Seite 315 u. f. eine schätzenswerte theoretische Ergänzung erfahren.

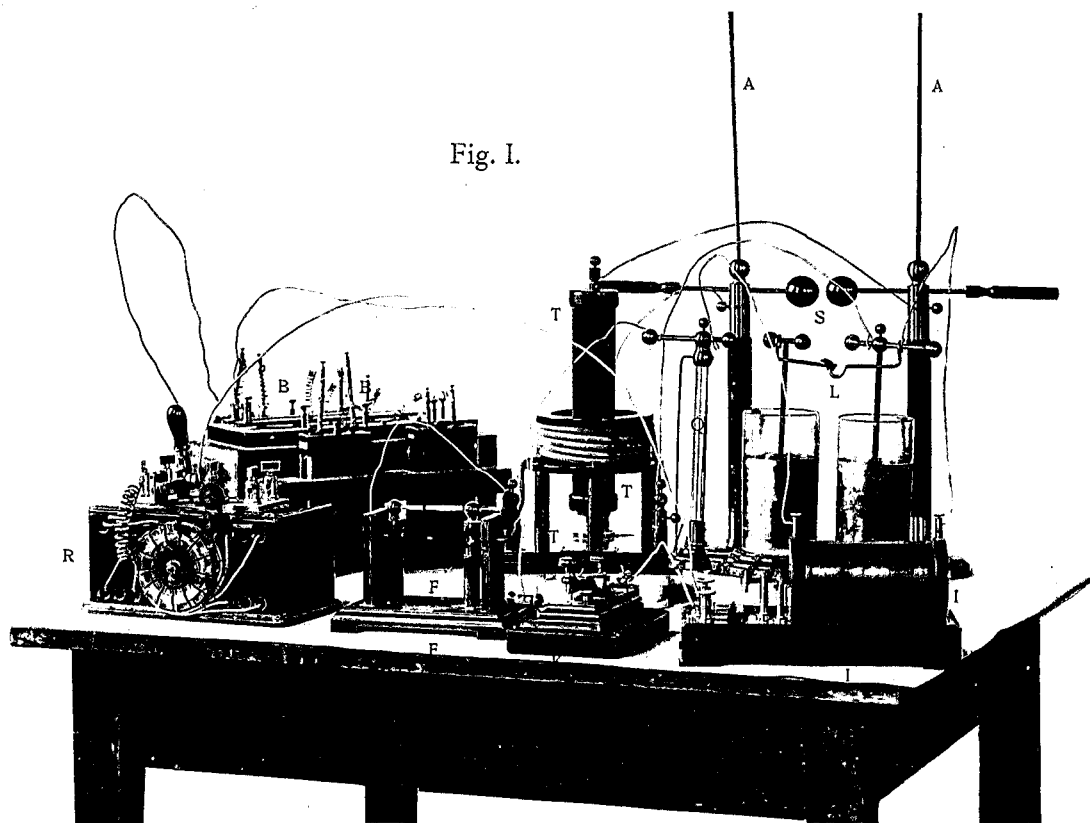
Auf die Ständer der Kugeln S (Fig. I) des Hochspannungstransformators seien zwei Stangen A aufgesetzt. Benutzt man nun einen grössern Induktor J und eine entsprechend stärkere Batterie B , so bemerkt man im Dunkeln wie Lichtbündel senkrecht zu und aus den Stangen herausschiessen, welche von unten nach oben immer länger werden und am oberen Stangenende am längsten sind, wie hoch auch die Stangen sein mögen. Besonders ausgeprägt erkennt man dies, wenn gleich lange Drähte wagrecht hinausgehen. Dann sind auch die Enden Punkte stärkster Ausstrahlung, also auch stärkster Schwingung, während der Kreuzungspunkt keine Schwingungen zeigt; er ist indifferent, ein sogenannter Knotenpunkt. Es stellt also jeder Draht vom Kreuzungspunkte bis zum Ende den vierten Teil einer ganzen Welle dar. Man kann dann den Kreuzungs- oder Knotenpunkt z. B. von A links mit der Erde verbinden. Wenn nun A z. B. 40 Meter hoch hinaufragt, so strahlt das oberste Ende die stärksten Wellen aus, und diese gehen über die Hindernisse hinweg auf grosse Distanzen. Befindet sich jetzt auf der Empfängerstation eine genau gleich hohe Stange A (Fig. II), die auch mit der Erde verbunden sein kann, und ein Draht D von derselben Länge wagrecht zum einen Ende des Fritters F , so steht dieses System in Resonanz mit dem des Gebers, weil sie gleichen Wellenlängen entsprechen. Dabei darf der Draht D auch zu einer Spule gewunden sein, um Platz zu sparen. Kommen jetzt die Wellen vom

Sender, so spricht der Empfänger wegen der Resonanz der Auffangsstangen leicht an, während dies bei anderer Stangenlänge nicht der Fall ist. Da die Erdverbindung kein Hindernis ist, so lassen sich als Resonatoren auch hohe Blitzableiter benutzen, wenn man nur den Ausgangspunkt der wagrechten Drähte an beiden Stationen gleich tief unter der Spitze annimmt, oder wenigstens die Gesamtlänge auf beiden Stationen gleich macht. Man hat es natürlich in seiner Gewalt, auch mit den gleich hohen Stangen die wirksame Länge dadurch zu verändern, dass man vom Kreuzungspunkt der wagrechten und lotrechten Leiter verschieden lange Drahtspulen mit der Funkenstrecke S sowie mit dem Fritter verbindet. Eine von einem Fritterende gegen das andere führende Spule von der Länge des gesamten Auffangdrahtes verstärkt Wirkung und Resonanz erheblich. Dann können zwei oder mehrere Stationen verabreden, mit was für Resonatoren sie heute oder morgen arbeiten wollen, und wenn diese immer geändert werden, so ist es auch im Kriegsfall dem Feinde nicht leicht, seine Empfängerresonatoren anzupassen, ohne welche Manipulation er die Depeschen nicht oder nur verstümmelt auffangen kann. Das Depeschegeheimnis ist so ziemlich gewahrt, jedenfalls besser als durch Scheinwerfer.

Slaby hat während eines Vortrages am 22. Dezember 1900 im Konferenzsaal der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin diese Abstimmung zum ersten Male praktisch ausgeführt. Depeschen wurden hergesandt von zwei Stationen aus. Die eine befand sich 4 Kilometer entfernt in Charlottenburg, die andere 14 Kilometer weit auf dem Kabelwerk in Oberspree. Für beide befand sich in Berlin nur eine einzige Auffangsstange, ein Blitzableiter an einem Schornstein. Mit diesem waren zwei Empfänger im Vortragssaal verbunden, aber mit Spulen verschiedener Länge, jeder abgestimmt nur für eine der Sendstationen. Von jeder der beiden letztern gelangten die Zeichen ganz sicher zu dem für ihn passenden Telegraphen, während der andere leer ausging. Aber es wurde noch Ueberaschenderes geboten. Beide Sender schickten gleichzeitig Depeschen ab. Derselbe Blitzableiter musste sie auch gleichzeitig aufnehmen. Doch schieden sie sich reinlich von einander ab nach den für sie passenden Drahtlängen und jeder Telegraphenapparat bekam seinen Teil hübsch abgelöst von dem des andern ohne irgend welche Störung, und trotzdem die Wellen ganz Berlin überqueren und an tausenden von Blitzableitern vorbei mussten, fanden sie doch den richtigen. Marconi will natürlich auch nicht zurückbleiben und sucht auf eigenem Wege die Abstimmung zu erzielen. Sein Hauptaugenmerk richtet er aber offenbar auf Erreichung grosser Korrespondenz-Distanzen und bezweckt er gegenwärtig nichts Geringeres als strahlentelegraphische Verbindung des nördlichen Amerika mit Europa. Ob ihm das wohl gelingen wird? Als eine Unmöglichkeit darf man es nicht bezeichnen, will er doch neustens Depeschen zwischen Cornwall in Kanada und Sidney in Australien ausgetauscht haben, wie wenigstens die Zeitungen berichten.

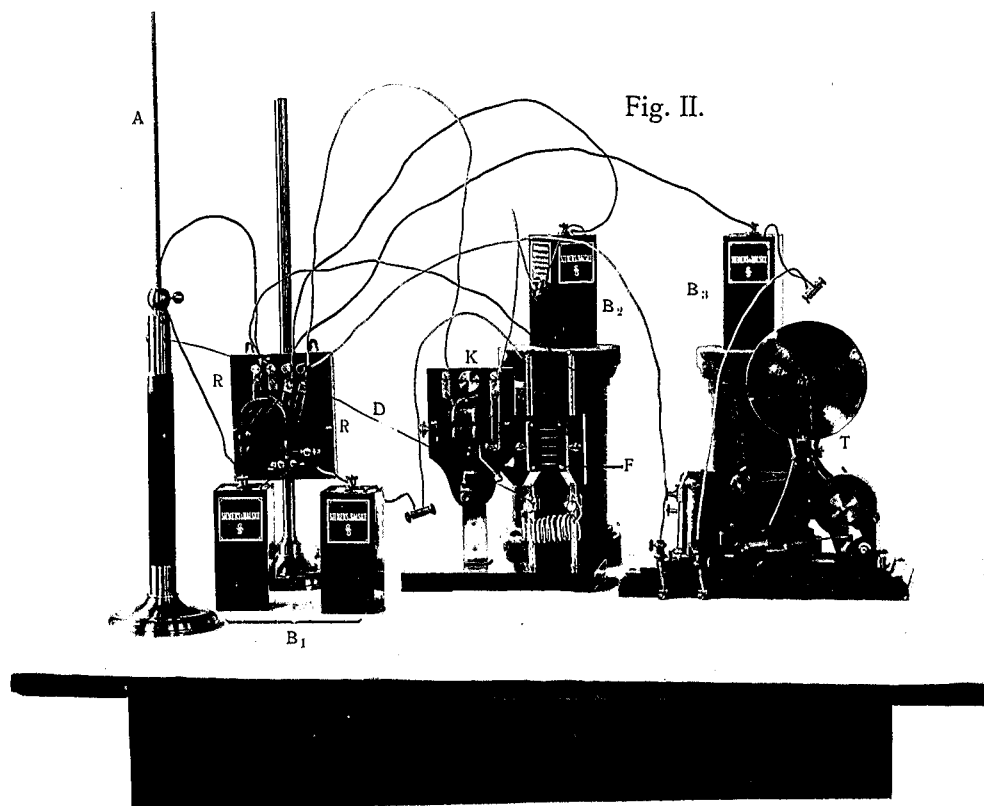
Schon oft ist die Frage gestellt worden, ob diese Telegraphie mit elektrischen Wellen eine praktische Zukunft haben werde. Da kann man mit Zuversicht antworten, dass eine so hervorragende Erscheinung sicherlich nicht einfach wieder in das Reich der Vergessenheit versinke, oder in das Landesmuseum wandere wie die alten Speere und Rüstungen. Der bringt da eine Verbesserung an, jener dort, und so wird unablässig an der Vervollkommnung des Systems gearbeitet, um es immer geeigneter zur praktischen Verwertung zu machen. Es wird zwar die gewöhnliche Telegraphie jedenfalls in nächster Zukunft schwerlich verdrängen, da diese bis jetzt erheblich schneller arbeitet. Aber doch hat die Wellentelegraphie sich schon ein Gebiet in Besitz zu nehmen angefangen, für welches sie ausgezeichnet passt, das Meer. Für Zeichensendung von den Küsten nach den Schiffen und umgekehrt, von Schiff zu Schiff, ist sie wie geschaffen. Nicht bloss in den Nachrichten vollständiger als die optischen Signale bleibt sie vom Nebel unabhängig. Auch die Militärbehörden beginnen sich ihrer zu bedienen. Mit ihrem allmählichen Ausbau wird auch die Erweiterung des Anwendungsgebietes Schritt halten; die Distanzen für die Uebertragung werden immer wachsen. Man darf nicht einwenden, die Wellen seien zu schwach für grössere Entfernungen. Die Telephongespräche werden ebenfalls durch elektrische Wellen vermittelt, welche allerdings längs eines Drahtes hinlaufen. Aber sie sind nicht stärker als die strahlentelegraphischen und vermitteln die Korrespondenz doch von Zürich bis Berlin. Die gewöhnliche Telegraphie ist uns seit mehr als einem halben Jahrhundert geläufig; wir finden sie ganz selbstverständlich und ebenso auch schon die erheblich jüngere Telephonie. Man gewöhnt sich eben mit der Zeit an das Wunderbarste als an etwas Alltägliches. Wenn einmal die Zeit da sein wird, wo Jeder seinen Strahlenapparat hat wie jetzt das Telephon, und ein guter Geschäftsfreund ihm durch die reinen Aetherwellen eine Quittung mit der eigenen Handschrift unterschrieben übersendet, ohne dass er staatliche Drahtleitungen zu Hülfe zu nehmen braucht, so findet man dann die Sache gewiss recht nützlich und angenehm und gerät darüber gar nicht in Erstaunen; es war ja schon lange so, die ältesten Leute können sich nicht erinnern, dass es je anders gewesen. Wünschen wir diesem noch sehr jungen Kinde der Forschung ein gutes neues Jahr und eine gesunde, kräftige Entwicklung.

Fig. I.



Ed. Schucht, phot.

Fig. II.



Ed. Schucht, phot.