fahren, welche die Gesundheit des Arbeiters durch die Einathmung schlechter Luft bedrohen, zu beseitigen oder wenigstens einzuschränken, so ist natürlich vor Allem die gründlichste Ventilation der Arbeitsräume durch Abführung der verdorbenen und Zuführung von frischer Luft das erste Erforderniss. Sodann müsste durch gesetzliche Bestimmungen dahin gewirkt werden, dass nur Arbeiter mit absolut gesunden Athmungswegen in den gefahrbringenden Räumen beschäftigt werden dürfen, dass dieselben also vor ihrem Eintritt und später während ihrer Beschäftigung in regelmässigen Zwischenräumen von sachkundigen Aerzten genau untersucht werden. Ich habe die feste Ueberzeugung, dass dadurch manche schwere Erkrankung verhütet und manches Menschenleben gerettet resp. verlängert werden könnte.

Telegraphie ohne Drähte.

Von Ingenieur Dr. **R. Haas** in Plettenberg.

M. H.! Sie alle haben das Telephon oft benutzt. Sie haben neben den Gesprächen, die Sie geführt haben, auch oft noch leise, aber doch vernehmbar, andere Gespräche wahrnehmen können; eine Berührung der von Ihnen benutzten Leitung mit einer fremden fand dabei nicht statt. Woher kommt diese Uebertragung?

Diejenigen von Ihnen, welche im Industrierevier den Fernsprecher benutzten, haben oft ein störendes Surren und Sausen gehört, das die Verständigung sehr erschwerte; diese unerwünschten Störungen sind Wirkungen der in der Erde fliessenden Ströme der elektrischen Strassenbahnen. Auch hier treten Zeichen im Telephon auf, ohne dass Drähte mit einander in Verbindung stehen.

Schliesslich haben Sie bei Gewittern im Telephon ein heftiges Knattern wahrgenommen, das die Verständi-

gung mitunter ganz unmöglich machte. Auch hier gaben sich Erscheinungen zu erkennen, die durch keine leitenden Verbindungen in die Drähte der Telephone gelangten, vielmehr von aussen eindrangen.

Alle drei Arten von Telephonstörungen sind — indem man aus der Noth eine Tugend machte — zur Telegraphie ohne Drähte verwendet worden.

Die zuerst genannten Nebengeräusche entstehen durch Induktion. Wenn zwei Leitungen nebeneinanderlaufen und in einer Leitung Ströme verschwinden oder kommen, so entstehen hierdurch im anderen Draht, sofern derselbe einen geschlossenen Stromkreis darstellt, ebenfalls Ströme. Die beiden Drähte haben dabei keinerlei Verbindung, die Energie wird von einem Draht zum anderen durch den Raum übertragen.

Die Induktionsgeräusche im zweiten Stromkreise nehmen mit der Stärke des entstehenden und verschwindenden primären Stromes zu, mit der Entfernung der beiden Drähte von einander aber ab. Man muss daher bei grösseren Entfernungen zwischen den beiden Drähten starke Ströme verwenden. Das Telephon kann hierbei als Empfangsapparat benutzt werden, da es selbst sehr schwache Ströme noch anzeigt.

Preece, der geniale Leiter des britischen Telegraphenwesens, machte vor einigen Jahren folgende Versuche. Er spannte an der einen Küste des Bristolcanals einen mehrere km langen Draht aus, während er auf der anderen Seite dieses Meerarmes einen zweiten Draht, nahezu zum ersten parallel laufend, ziehen liess. Die Enden jedes der beiden Drähte führten in die Erde.

In den einen Draht schaltete Preece eine Dynamomaschine mit einem Ausschalter und in den anderen ein Telephon ein. Unterbrach man im ersten Draht den Strom nach Art der telegraphischen Morsezeichen, so waren diese Laute im Telephon auf der anderen Seite des Canals bemerkbar. Da ein geübter Telegraphist nach dem Gehör Morsezeichen lesen kann, so gelang die Verständigung in genügender Weise. Preece machte auch sogleich eine praktische Anwendung von seiner Erfindung.

Aehnliche Versuche stellten Rubens und Rathenau im Wannsee bei Berlin an. Hier wurden jedoch die oben an zweiter Stelle erwähnten Störungen zur Zeichengebung benutzt. Bei den elektrischen Strassenbahnen findet in der Regel die Rückleitung der Betriebsströme durch die Schienen statt. Dabei kommt es vor, dass Theile des Stromes aus den Schienen in das Erdreich übertreten und sich durch Gas- und Wasserleitungsröhren, aber auch durch die mit der Erde in Verbindung stehenden Telephonleitungen ihren Weg zurück zur elektrischen Centralstation suchen. Diese sog. vagabondirenden Ströme durchfliessen dabei das Telephon und erzeugen das erwähnte Sausen und Surren im Hörer.

Die Herren Rubens und Rathenau sandten auf eine solche Weise starke Ströme in den Wannsee, dass diese ihre Rückleitung durch dessen Wasser nehmen mussten.

Durch einen längeren Draht, welcher zwischen zwei Kähnen ausgespannt war und mit den Enden ins Wasser tauchte, wurde ein Theil der das Wassers durchsetzenden Starkströme gefasst und dem Telephon zugeleitet, welches man in ihn eingeschaltet hatte. Unterbrach man den Starkstrom nach Art der Morsezeichen, so konnte dies auch im Telephon wahrgenommen werden. Diese Versuche sind meines Wissens nicht weiter ausgedehnt worden, gaben aber gute Resultate.

Aber noch eine dritte Art der Telephonstörungen hatten wir beobachtet; diejenigen, welche durch Gewitter entstehen; auf diese bitte ich, Ihre Aufmerksamkeit im besonderen lenken zu dürfen, denn sie bilden die Grundlage der Marconi'schen Telegraphie ohne Drähte.

Man kann diese auf dem elektrischen Zustand der Luft beruhenden Störungen auch künstlich erzeugen, indem man die Luft mit elektrischen Wellen durchsetzt, welche dann auf Telephondrähte auftreffen.

Ueber die elektrischen Wellen verdanken wir dem leider zu früh verstorbenen Bonner Professor Hertz eine Reihe epochemachender Arbeiten. Hertz zeigte durch eine Reihe glänzender Versuche, dass die Ausbrei-

tung der Elektrizität durch den Raum in ähnlicher Weise vor sich geht, wie diejenige des Lichtes. Erzeuge ich an einer Stelle z. B. durch die Funken eines Induktors elektrische Erschütterungen, so pflanzen sich diese durch den Raum ebenso fort, wie die von einem leuchtenden Punkte ausgehenden Lichtwellen, oder wenn ich das Bild noch trivialer fassen darf, wie die von einem ins Wasser geworfenen Steine ausgehenden Wasserwellen.

Diese sich geradlinig fortpflanzenden Strahlen elektrischer Kraft lassen sich — genau wie die Lichtwellen — durch Hohlspiegel und Linsen sammeln, sie sind also reflektirbar und brechbar; durch geeignete Gitter lassen sich ähnliche Beugungserscheinungen erzielen, wie sie das Licht uns giebt. Ja diese Wellen unterscheiden sich eigentlich in Nichts von den Wellen des Lichtes als durch die Wellenlänge. Während die Lichtwellen nach zehntausendsten Theilen eines Millimeters gemessen werden, sind die Wellenlängen der elektrischen Ausbreitung nach Metern, ja sogar nach Kilometern ausdrückbar. Auch die theoretische Forschung (Maxwell) lehrte jenen Zusammenhang zwischen Licht und Elektrizität.

Hertz selbst wies die den Raum durchsetzenden Wellen an sogenannten Funkenstrecken nach. Dies sind Drahtkreise von abgestimmter Länge, welche an einer Stelle eine nur Theile eines Millimeters betragende Unterbrechung haben; an dieser Unterbrechungsstelle traten kleine — oft nur mikroskopische — Funken auf, sobald die Drahtschleife in den von elektrischen Wellen erfüllten Raum gebracht wurde. Andere Forscher wandten die bekannten Geissler'schen Röhren an, die im Bereich elektrischer Wellenberge aufleuchten. Branly hat eine sehr elegante Art angegeben, das Vorhandensein elektrischer Wellen zu erkennen. Er fand nämlich, dass lose aufgeschüttete Körnchen eines oxydirbaren Metalles, welche dem Durchgange des galvanischen Stromes einen sehr erheblichen Widerstand entgegensetzen, sofort gut leitend werden, wenn elektrische Wellen das Metallpulver treffen. Er setzte in ein Glasröhrchen zwei als Elektroden dienende Kolben, die etwa 5 Millimeter von einander abstanden;

diesen Zwischenraum zwischen den Kolben füllte er mit Nickelfeilspähnen aus. Lodge, welcher diese Versuche weiter ausbaute, gab dieser Vorrichtung den Namen „Coherer“, was Reuleaux durch „Frittröhre“ verdeutschte.

Schaltet man in den Stromkreis einer galvanischen Batterie ein Galvanoscop und eine Frittröhre, so giebt das Galvanoscop zunächst keinen Ausschlag, weil die Metallkörner dem Strome einen zu grossen Widerstand entgegensetzen. Sobald aber elektrische Wellen an die Frittröhre gelangen, verschwindet der Widerstand, die Körner bilden eine Brücke für den elektrischen Strom, so dass das Galvanoscop den Stromdurchgang anzeigt. Dieser Zustand bleibt — selbst nach dem Verschwinden der elektrischen Wellen — bestehen, bis eine Erschütterung die Körner der Frittröhre wieder durcheinander wirft. Nach jeder Erschütterung der Röhre wird der Apparat zum neuen Nachweis von Wellen wieder brauchbar.

Hiermit wäre eigentlich die Telegraphie ohne Drähte mittelst Hertz'scher Wellen bereits gegeben. Lässt man elektrische Wellen im Takte der Morsezeichen entstehen und verschwinden, so wird jedesmal das Galvanoscop, welches mit dem Coherer verbunden ist, im gleichen Takte ausschlagen. Es wäre nur Sorge zu tragen, dass nach jedem Zeichen die Frittröhre erschüttert wird. Dies lässt sich auf verschiedenem Wege erreichen; eine sehr einfache Lösung ist diejenige, bei welcher der im Stromkreise der Frittröhre entstehende galvanische Strom einen nach Art der elektrischen Läutewerke gebauten Klopfer in Thätigkeit setzt, welcher jedesmal an die Frittröhre anschlägt. Statt des Galvanoscopes nimmt man besser ein sehr empfindliches Relais, das heisst einen Apparat, der beim Durchgang eines schwachen Stromes durch Anziehung eines mit Contactvorrichtung versehenen Ankers einen zweiten — stärkeren — Stromkreis schliesst und ihn beim Verschwinden des ersten Stromes wieder öffnet. In diesen zweiten, erst durch das Relais in Thätigkeit gesetzten Stromkreis kann man dann einen gewöhnlichen Morsetelegraphen-Schreibapparat, sowie zweckmässiger Weise auch den oben beschriebenen, zur Erschütterung der Fritt-

röhre dienenden Klopfer einschalten. Sowohl der Morseschreiber als auch der Klopfer benöthigen zu ihrer Bethätigung stärkerer Ströme. Man kann durch die Relaisschaltung diesen Apparaten die nöthige Stromstärke zuführen, wobei die empfindliche Frittröhre doch nur von ganz minimalen Strömen durchflossen zu werden braucht.

Sie sehen hier auf Figur 1 den elektrischen Geberapparat, mit dem ich die Wellen erzeuge, die dann den Raum durchdringen.

Ein grösserer Induktionsapparat J erhält aus einer kleinen Accumulatorenbatterie A seinen Primärstrom, der durch einen selbstthätigen Unterbrecher fortwährend (in der Sekunde vielleicht 50 mal) unterbrochen wird. In der secundären mit vielen tausend Windungen versehenen Spule des Induktors entstehen hierdurch Ströme von hoher elektrischer Spannung, welche sich zwischen den Metallkugeln K_1 und K_2 sowie zwischen K_1 und K_1 durch knallende Funken ausgleichen. Der Raum zwischen den grösseren Kugeln K_1 und K_1 ist mit Vaselinöl ausgefüllt (F), weil erfahrungsgemäss hierdurch die Wirkung erhöht wird. Der im primären Stromkreise angebrachte Telegraphentaster T erlaubt, den Strom im primären Kreise und gleichzeitig hierdurch auch den secundären bei K_1 und K_2 auftretenden Funkenstrom zu unterbrechen.

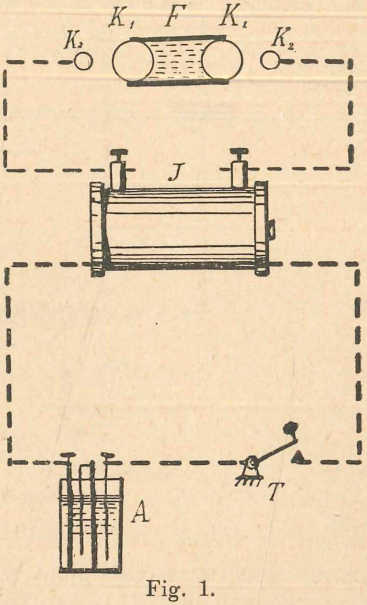

Fig. 1.

Von der Funkenstrecke bei K_1 gehen nun die elektrischen Wellen in den Raum; sie durchdringen die Luft und gelangen an das Metallpulver des Coherers C (Fig. 2). Sofort bildet sich dort eine Brücke für den vom Trocken-

Element E_1 gelieferten Strom, der das Relais R durchfliesst. Der Anker des Relais wird angezogen und schliesst den Stromkreis der stärkeren galvanischen Batterie E_2, die nun ihrerseits den Morseschreib-Apparat M, sowie den zur Erschütterung der Frittröhre dienenden Klopfer K in Bewegung setzt. Der vom Taster T (Fig. 1) angegebene Takt kommt im ganzen System des Empfangsapparates (Fig. 2) wieder zum Vorschein. Da die elektrischen Wellen Holz und viele andere Körper (nur die Metalle nicht) durchsetzen, so kann man durch eine Holzwand, ja auch

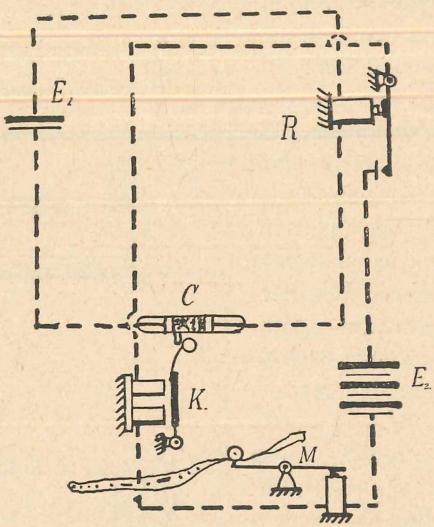

Fig. 2.

durch mehrere menschliche Körper hindurch telegraphiren. Sie sehen, wie es uns hier gelingt, durch die etwa 30 m betragende Länge des Saales ohne Drähte telegraphische Zeichen zu geben, indem der das Weltall erfüllende Aether sich als vermittelndes Medium darbietet, gerade so wie er mir das Licht jener Kerze zum Auge führt.

In dem geschilderten Stadium befand sich etwa die Telegraphie ohne Drähte, als sich Marconi mit der Aufgabe befasste, auf weitere Entfernungen vermittelst elektrischer Schwingungen zu telegraphiren. Marconi ist

von italienischer Herkunft, ein Schüler Righi's und steht in der zweiten Hälfte der zwanziger Jahre.

Die wesentlichen Aenderungen, die er an den oben beschriebenen Apparaten vornahm, waren folgende. Er verband (Fig. 1) eine der Kugeln K_1 durch einen Draht mit der Erde und führte von der anderen Kugel K_1 einen etwa 30 m langen Draht an einer Stange in die Höhe. Das Gleiche that er mit den beiden Klemmen des Coherers (Fig. 2). Hierdurch erhielt er bereits ganz bedeutende Verbesserungen in der Verständigung auf grössere Entfernungen, weil eben von dem langen Drahte stärkere elektrische Erschütterungen in den Raum gehen, als dies von einem Punkte aus geschehen könnte, etwa so, wie von einem 30 m langen weissglühenden Drahte mehr Lichtwirkung zu erwarten ist, als von einer kleinen Kugel, die man bis zur Weissgluth erhitzt hat.

In gleicher Weise zeigt sich der lange Draht an der Empfangsstation (Fig. 2) erheblich aufnahmefähiger, als die kleine Frittröhre für sich.

Marconi fand an Preece, dem Chef des englischen Telegraphenwesens, die vollkommenste Unterstützung und das weitgehendste Verständniss; die in Italien begonnenen Versuche wurden gemeinsam in England an dem Bristolcanal mit Erfolg fortgesetzt. Nach einigen Schwierigkeiten gelangten die Zeichen deutlich von Flatholm Island, wo der elektrische Strahlapparat stand, nach Lavernock Point über eine Entfernung von 5 km. Es ergab sich, dass mit der Verlängerung der oben erwähnten Sende- bez. Empfangsdrähte die Wirkung sich wesentlich verbesserte.

Prof. Slaby aus Berlin, welcher seit längerer Zeit sich gleichfalls mit derartigen Versuchen beschäftigt hatte, betheiligte sich ebenfalls an diesen am Bristolcanal gemachten grösseren Anwendungen der Funkentelegraphie [1]).

In anschaulicher Weise schildert er die Situation, und den seelischen Eindruck, als zuerst jene geheimnissvollen Kräfte die telegraphischen Zeichen über den Meeresarm hinüber trugen. „Es wird mir eine unvergessliche Erinnerung blei-

1) Diese Bezeichnung hat Prof. Slaby vorgeschlagen.

ben, wie wir, des starken Windes wegen, in einer grossen Holzkiste zu fünfen übereinander gekauert, Augen und Ohren mit gespanntester Aufmerksamkeit auf den Empfangsapparat gerichtet, plötzlich nach Aufhissung des verabredeten Flaggenzeichens das erste Ticken, die ersten deutlichen Morsezeichen vernahmen, lautlos und unsichtbar herübergetragen von jener felsigen, nur in undeutlichen Umrissen wahrnehmbaren Küste, herübergetragen durch jenes unbekannte geheimnissvolle Mittel, den Aether, der die einzige Brücke bildet zu den Planeten des Weltalls."

Nach Slaby's Abreise setzten Marconi und Preece die Versuche fort und es gelang ihnen, eine befriedigende Verständigung über die Breite des Bristolcanals zwischen Lavernock Point und Brean Down (14,5 km) zu erzielen.

Nach Deutschland zurückgekehrt, setzte Slaby die begonnenen Versuche fort; er wählte zunächst zwei Sprechstationen am Salzufer in Berlin; die Versuche fanden jedoch ein jähes Ende, weil das Fernsprechamt anfrug, „ob am Salzufer örtliche Gewitter aufträten, die sämmtlichen Linien dorthin seien gestört." Darauf entschloss sich Slaby, nach ertheilter allerhöchster Erlaubniss, auf den Havelseen und in den dort gelegenen königlichen Gärten diese Forschungen in grossem Maassstabe fortzusetzen. Die ersten Stationen waren 3 km entfernt (Matrosenstation — Pfaueninsel). Die Sende- bezw. Empfängerdrähte waren 26 m lang. Anfangs hatte man noch mit manchen Schwierigkeiten zu kämpfen, deren Ursachen aber rasch erkannt und beseitigt wurden. Namentlich machte sich die Luftelektrizität unangenehm bemerkbar und begann eine unerwünschte eigene Funkentelegraphie. Es zeigte sich ferner, dass Gebäude und zwischenliegende Bäume die Verständigung erschwerten. Die eine Station wurde daher günstiger gelegt, wodurch die Luftlinie zwischen beiden Stationen frei von Inseln, Gebäuden und Bäumen blieb. Nun gelangen die Versuche ausgezeichnet. Der deutsche Kaiser, welcher sich lebhaft dafür interessirte, besichtigte selbst die Apparate und gab ein Telegramm mittelst des Funkentelegraphen auf.

In bereitwilliger Weise regte er ferner an, dass die Militärluftschifferabtheilung für die Slaby'schen Versuche

sich zur Verfügung stellte. Es hatte sich gezeigt, dass mit zunehmender Länge der Sende- und Empfangsdrähte die Verständigung immer besser wurde. Nun konnte man also die Drähte an Fesselballons aufhängen und so respektabele Längen verwenden. Rangsdorf bei Zossen und Schöneberg bei Berlin waren die Gebe- und Empfangsstationen. Die Entfernung ist 21 km. Auf jeder Station nahm je ein Luftschiff einen Draht auf etwa 300 m in die Luft. Die Gebe- und Empfangsapparate standen auf dem Erdboden; die Schaltung war die übliche. Nach einigen kleinen Misserfolgen gelang es Slaby bereits am dritten Tage eine tadellose Verständigung zu erzielen, womit er den schlagenden Beweis führte, dass im Prinzip der Entfernung eine Grenze nicht gesetzt sei.

Das Gleiche beweisen weitere Versuche, die Marconi in Italien zwischen der Küste bei Spezia und einem auf die freie See hinaussteuernden Schiffe anstellte; die grösste Entfernung war dabei nur 16,3 km; es zeigte sich jedoch, dass zu diesen Versuchen über die freie See schon erheblich kürzere Luftdrähte, etwa nur $^1/_5$ der Länge, wie bei den Versuchen über das feste Land nöthig waren.

Aus seinen gewonnenen Erfahrungen hält es Slaby nicht für ganz im Bereich der Fabel liegend, mit Amerika ohne die Benutzung von Verbindungskabeln in telegraphische Verbindung zu treten, falls nicht die Krümmung der Erdoberfläche hier den ihrem Ziele zueilenden Wellen ein Hinderniss stellt.

In unserer praktischen Zeit liegt die Frage nahe, welche Nutzanwendung diese neue Art der Telegraphie wohl gestatten wird. Zur allgemeinen Staatstelegraphie ist sie vorerst nicht anwendbar, weil jeder Besitzer eines Empfangsapparates die von der Sendestelle ausgehenden Zeichen lesen kann. Hiermit wäre ein Telegraphengeheimniss ausgeschlossen. In besonderen Fällen, wie zur Verständigung zweier entfernten Flotten, zur Verständigung einer belagerten Festung über den Belagerer hinweg zum Entsatzheere, als Nachrichtenbeförderung zwischen zwei auf getrennten Wegen im Vormarsch befindlichen Armeen, endlich im Frieden zwischen Schiffen oder Leuchtthürmen und

der Küste kann die Funkentelegraphie gute Dienste leisten. Die Zukunft wird uns noch manches Interessante auf diesem Gebiete bringen.

Sie sehen hier wieder eine neue Anwendung jener geheimnissvollen Energieform, „Elektricität“ genannt, deren Wesen uns noch recht dunkel ist, die der Menschengeist aber trotzdem gezwungen hat, ihm Dienste zu leisten. Dort trägt sie durch Drähte gewaltige Energiemassen auf grosse Entfernung, um das Licht der elektrischen Lampe zu spenden oder den Elektromotor zu treiben, und hier finden wir sie den Raum mit der Geschwindigkeit des Lichtes durchdringen, um den Gedanken und Befehl auf ungebahnten Wegen zum Ort seiner Bestimmung zu tragen.

Benutzte Litteratur:

Hertz: Ausbreitung der elektrischen Kraft.
Slaby: Funkentelegraphie.
Elektrotechnische Zeitschrift (Jahrgänge 1896—1898).

Die Marconischen Apparate waren von Herrn Max Kohl in Chemnitz, die Accumulatoren von der Hagener Accumulatorenfabrik, die Telegraphenapparate von der Kaiserl. Telegraphendirektion in Hagen in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt worden, wofür ich meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Desgleichen bin ich Herrn Direktor C. Hase für die freundliche Unterstützung zu Dank verpflichtet.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: 55

Autor(en)/Author(s): Haas R.

Artikel/Article: Telegraphie ohne Drähte 32-42