Zeitschrift: Am häuslichen Herd : schweizerische illustrierte Monatsschrift

Herausgeber: Pestalozzigesellschaft Zürich

Band: 9 (1905-1906)

Heft: 6

Artikel: Die moderne drahtlose Telegraphie

Autor: Eichhorn, Gustav

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-662600

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 18.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Tenz.

Der Frühling schüttet aus die Fülle Geheimnisvoller Lebenskraft.
Schon schwellt sie jede Knospenhülle — Es geht im Baume um der Saft.
Jetzt drängt es tausend grüne Spitzen Gewaltsam und doch wundersacht,
Zu falten aus den engsten Ritzen
Der neuen Blattgebilde Pracht.

Schon regt es sich in dunkler Scholle — Der schwächste Keim, der kleinste Wicht Erfasst die neue Lebensrolle Und steigt empor ins gold ne Licht, Der Grashalm wird zum Schwert. zur Lanze, Das Kräutlein breitet sich als Schild — Und drüber steht in warmem Clanze Der lieben Sonne Friedensbild.

Schon rankt der Pfirsichbaum in Blüte Uns ros'ge Kränzlein um das Haus — Zu Füssen aus des Lrokus Düte Holt schon das Bienchen feinen Schmaus. Narzisse setzt in steifer Würde Ihr goldbestaubtes Krönlein auf, Und blanker Elöcklein ein Bürde Springt aus der Hyazinthe Knauf.

Die Culpe will den Reigen führen Im Scharlach und im Goldgewand, Doch süsser Duft nur lässt erspüren Blauveilchens heim und herzensstand. Jetzt will der Feuerbusch erglühen, Bald bricht er ganz in Flammen aus, Bis voller Knospen schwellend Mühen Goldregen bringt und — Fliederstrauss.

So geht es fort in buntem Reigen — Es neigt sich duftend Blust zu Blust, Da wollen Fink und Staar nicht schweigen — Zu viel des Glück's in kleiner Brust. Das flötet auch der Amsel Weise Hoch von des Nachbarhauses Curm — Und alle Lüfte tragen leise Durchs Land des Frühlings Sehnsuchtssturm.

Aus: Marie hungifer: Thommen (Aarau) "Endliches und Ewiges", Gedichte. Verlag von B. A. Sauerländer & Cie., Aarau.

Die moderne draftlose Telegraphie.

Demonstrations=Vortrag, gehalten am 7. Dezember 1905 in der Tonhalle in Zürich, von Dr. phil. Gustav Eichhorn, schweizerischem Repräsentanten der Gesellschaft für draht=lose Telegraphie "Telesunken", Berlin.

Meine Damen und Herren! Ich habe die Ehre, heute vor Ihnen über einen Gegenstand zu sprechen, der durch seine glänzende und rapide Entwick-lung anhaltend das öffentliche Interesse wachhält, nämlich über die moderne drahtlose Telegraphie vermittels elektrischer Wellen.

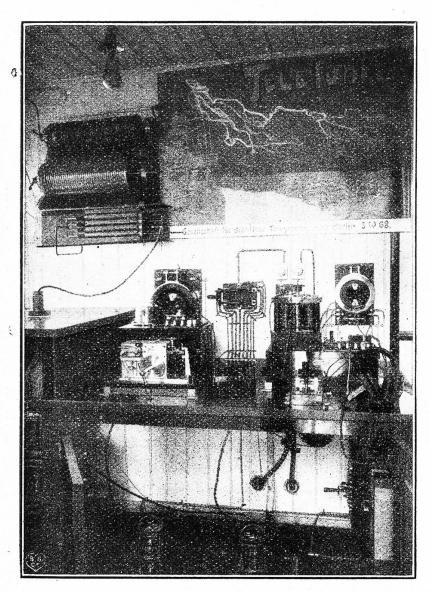
Die langjährigen, praktischen Erfahrungen, welche ich als Leiter der großen Ostseversuchsstationen für Professor Braun-Siemens & Halske erswarb, haben mich besonders intim mit dem neuen Verkehrsmittel, ja wir dürfen wohl sagen — Kulturmittel — vertraut werden lassen, so daß ich Ihnen aus eigener Anschauung berichten kann.

Gestatten Sie mir, Ihnen zunächst kurz den historischen Entwicklungsgang zu skizzieren. Die meisten von Ihnen werden heute wissen, daß wir in der

drahtlosen Telegraphie mit Hertischen Wellen operieren, d. h. daß die Arbeiten eines der größten Physiker aller Zeiten, nämlich die klassischen Untersuchungen von Professor Heinrich Hert über die Ausbreitung der elektrischen Kraft das Fundament bilden, auf dem in praxi aufgebaut worden ift. Hert verifizierte so experimentell eine geniale Theorie der großen englischen Forscher Faradan und Marwell, die sogenannte elektromagnetische Lichttheorie, welche in so einheitlicher Weise alle Strahlungserscheinungen umfaßt. Dieselbe sagt kurz folgendes aus: Strahlen des Lichts, strahlende Wärme, Strahlen elektrischer Kraft müffen qualitativ durchaus gleichartige Phänomene sein, fämtlich beruhend auf elektromagnetischen Oszillationen in dem alles durchdringenden Weltäther, in dem sie sich mit der gleichen, enormen aber endlichen Geschwindigkeit von 300,000 km in der Sekunde ausbreiten. Der Unterschied der differenten Erscheinungsformen liegt nur in der Verschiedenheit der Wellenlängen begründet. Für die fehr schnellen Lichtschwingungen mit entsprechend kleinen Wellenlängen von nur einigen zehntausenoftel Millimeter haben wir in unserem Körper ein Organ zur direkten Wahrnehmung, nämlich das Auge. Für den Nachweis der großen elektrischen Wellen bis zu Hunderten und Taufenden von Metern Länge, wie solche in der drahtlosen Telegraphie verwendet werden, sind wir auf indirekte Methoden, nämlich auf die Benutung von Instrumenten angewiesen.

Bert erbrachte Mitte der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts den der Theorie damals noch fehlenden Beweis, indem er auch mit elektrischen Wellen von einigen Metern Länge die fämtlichen in der Optik wohlbekannten Experimente der Reflexion, Brechung, Beugung und Polarisation ausführte, sowie die enorme Fortpflanzungsgeschwindigkeit direkt maß. — Die Methode von Hert basierte aber auf der Verwendung so delikater Hilfsmittel, daß die neue Entdeckung zunächst von selbst in den Grenzen des physikalischen Labora= toriums festgehalten wurde. — Hert selbst hat wie aus Außerungen von ihm hervorgeht, nicht im entfernteften daran gedacht, daß dieses neue Beifteskind sich jemals auf die dornenvollen Psade der rauhen Außenwelt hinauswagen Es fehlte hauptsächlich ein praktisch einfacher Indikator für elektrische Wellen, der auch von Laien leicht zu handhaben gewesen. Diesem übelstande wurde im Jahre 1890 abgeholfen durch eine Entdeckung des Franzosen Branly fand, daß fein zerteiltes Metall, also mehr oder weniger grobes Metallpulver, in einen schwachen elektrischen Strom eingeschaltet, dem Fließen desselben einen unüberwindlichen Widerstand entgegensett. Wird nun aber das Metallpulver elektrisch bestrahlt, so sinkt der Widerstand sofort auf einen relativ kleinen Wert; der Strom kann fließen und wir haben so ein Reagens, einen Indikator für das Vorhandensein elektrischer Wellen im Raum. Aus dieser Entdeckung ift die Seele der drahtlosen Telegraphie hervorgegangen, nämlich der Coharer, auf den ich später noch näher zu sprechen kommen werde.

Erst 5 Jahre später, 1895, gibt Professor Poposs von der Militärakademie in Kronstadt eine Vorrichtung bekannt, mit welcher er luftelekrische Entladungen automatisch registrierte und zwar eben vermittels eines Cohärers, der mit dem einen Pol an einen Blitableiter, mit dem andern Pol an Erde gelegt war. Zum Ausschreiben der lustelektrischen Impulse war der Cohärer mit einem Relais. Morse-Schreiber und Klopfer elektrisch geschaltet. Im Prinzip die



Inneres einer Station.

gleichen Anordnungen als Empfänger und einen Hert' schen Oszillator als Sender verwendete dann endlich im Jahre 1896 Marconi, und zwar geschah es diese mal mit der bewußten Abssicht, eine Telegraphie ohne metallische Leiter auszubilden. Man kann nicht genug die zielbewußte unermüdeliche Ausdauer und experie

mentale Geschicklichkeit Marconi's bewundern, aber Sie ersehen aus dem historischen Entwicklungsgang, daß es absolut versehlt ist, ihn als den Ersinder der drahtlosen Telegraphie zu bezeichnen. Auf die Ehre dieses Titels hätte einzig und allein Professor Herty Anspruch.

Marconi, der nur das Bekannte praktisch ausgestaltet hat, begann seine Versuche zunächst auf dem Landgute seines Vaters bei

Vologna. Später tatkräftig unterstützt von dem verdienstvollen Chef des engelischen Telegraphenwesens, Sir William Preece, konnte er seine Arbeiten in immer größerem Stile in England fortsühren, so daß Marconi schließlich tatzächlich als erster über viele Kilometer drahtlos telegraphiert hat. — Allein bei $25-30~\mathrm{km}$ schien die Grenze gesteckt zu sein, über die Marconi mit seinen Ansordnungen nicht hinauskam.

Auch in Deutschland brachte Professor Slaby, der den Versuchen Marconi's in England beigewohnt hatte, in Gemeinschaft mit Ingenieur Graf Arco die

Sache nicht zu weiterer Entwicklung, da in ihren sonst sehr wertvollen Pionierdiensten keine prinzipiell neuen Momente zur Anwendung kamen.

Hier setzen nun die Arbeiten von Professor Braun (Straßburg) ein und seinem klaren, streng wissenschaftlichen Vorgehen sind allein die enormen Fortschritte der jüngsten Zeit zu danken. Auf der von Professor Braun durch Einführung seiner sogenannten gekoppelten Systeme neugeschaffenen Basis wird heute in der ganzen Welt, auch von Marconi, die moderne drahtlose Telegraphie ausgeübt. — Das ist in großen Zügen eine Übersicht des interessanten Gebietes. Ich wende mich nunmehr zu Einzelheiten.

Die erste Frage ist die: Wie erzeugen wir überhaupt schnelle elektromagnetische Schwingungen, wie sie für die drahtlose Telegraphie erforderlich sind und auf welchem Mechanismus beruhen solche?

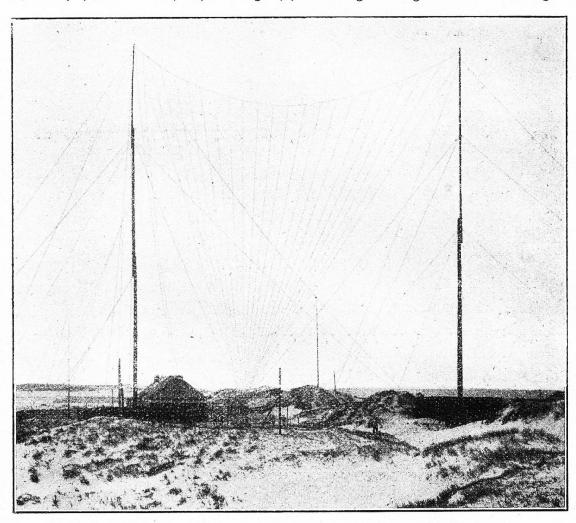
Wenn ich ein Pendel aus der Ruhelage hebe und dann loslasse, so schwingt es hin und her und zwar für alle Ewigkeit, wenn nicht Reibungen an der Luft und an der Aushängestelle zu überwinden wären, welche die Energie allmählich verzehren. Die meisten von Ihnen werden sich wohl schon Rechenschaft gegeben haben von der unaushörlich stattsindenden Verwandlung der Energiesorm. Seht die Pendellinse durch den tiefsten Punkt, so haben wir maximale Bewegung, d. h. die Energie nur in kinetischer Form. Über diesen Punkt hinaus nimmt die Seschwindigkeit allmählich ab, bis sie in der höchsten Lage der Pendellinse Null geworden ist. Die Energie an sich ist natürlich unverändert; aber sie hat eine andere Form angenommen, nämlich die Energie der erhöhten Lage oder wie wir sagen, die potentielle Energiesorm.

Dieses gleiche Phänomen beobachten Sie auch an den Ihnen wohls bekannten Schallschwingungen. Sie alle wissen, daß die Schallwellen in der Luft ihren Sitz haben. Die Luftteilchen pendeln hin und her und Sie erkennen, wie an jeder Stelle eine periodisch wechselnde Bewegung (kinetische Energiesorm) verbunden mit einem periodisch wechselnden Druck (potentielle Energiesorm) herrscht. Bei den Schallwellen ist die Bewegungsrichtung der Teilchen und die Fortpflanzungsrichtung der Energie die gleiche. Solche Schwingungen nennen wir longitudinale Schwingungen.

Bei den elektrischen Wellen haben wir es aber nicht mit solchen, sondern mit Transversalschwingungen zu tun, für welche zwar auch prinzipiell gleiche Gesetze gelten, die aber wiederum ihre Eigentümlichkeiten haben.

Transversalschwingungen sind nur möglich in einem Medium, in dem alle Teilchen mit elastischen Kräften auseinander wirken. Wird ein Teilchen aus seinem Ruhelager verschoben und dann losgelassen, so vollführt es Schwingungen um seine Gleichgewichtslage und sutzessive werden nun auch alle folgenden Teilchen zu gleichen Schwingungen angeregt. So pflanzt sich also hier die Energie in der Richtung der Verbindungslinie der Teilchen sort, während diese selbst senkrecht dazu Schwingungen um die Ruhelage vollsühren. In der Beit, in welcher ein Teilchen eine vollständige Schwingung vollsührt, hat sich

die Bewegung um eine ganz bestimmte Strecke fortgepflanzt; diese Strecke nennen wir eine Wellenlänge. In der Zeiteinheit würde sich also die Bewegung sortgepflanzt haben um eine Strecke gleich dem Quotienten aus Wellenlänge und Schwingungszeit. Dieser Quotient ist aber gleich der Fortpflanzungszeschwindigkeit, welche wir ja als den Weg in der Zeiteinheit definieren. Aus dieser Relation ergibt sich, daß die Wellenlänge gleich ist dem Produkt aus Schwingungsdauer und Fortpflanzungsgeschwindigkeit. Sind uns also die beiden letzteren Größen bekannt, so läßt sich die Wellenlänge berechnen, und das ist auch für die drahtlose Telegraphie von grundlegender Bedeutung.



Aufferes einer Station.

Ich kann mich jetzt kurz fassen. Haben wir es wirklich auch im Weltäther, in dem sich ja die elektromagnetischen Phänomene abspielen sollen, mit
wellenartigen Vorgängen zu tun, so kann dies wieder nichts anderes sein, als
ein periodisch wechselnder Druck, beziehungsweise eine Spannung, verbunden
mit einer periodisch wechselnden Bewegung. So ist es in der Tat, und wir
nennen den Zustand der Spannung, die eine bestimmte Größe und Richtung
hat und deshalb durch die sogenannten elektrischen Spannungskurven dargestellt
werden kann, den elektrischen Zustand, während wir den Zustand der Bewegung als den magnetischen Zustand bezeichnen.

Hinsichtlich des magnetischen Zustandes, auf den es wesentlich in der drahtlosen Telegraphie ankommt, erinnere ich Sie an einen bekannten Versuch. Ein langer stromführender Draht ist durch eine Papiersläche hindurchgesteckt, auf welche man Eisenfeilspäne geschüttet hat. Durch Klopfen hilft man nach, daß die Reibung überwunden werden kann und nun sieht man die eigentümsliche Erscheinung, daß sich die Feilspäne in konzentrischen Kingen um den stromführenden Leiter gruppieren. Diese Kinge bilden die sogenannten magnetischen Kraftlinien.

Man scheint es da mit einer Art Rotation oder Torsion diskreter Atherteilchen zu tun zu haben, und die magnetische Kraftlinie entpuppt sich als nichts anderes als die Are, um welche diese Rotationen stattfinden. Unser geistiges Auge schaut bei einem solchen Magnetfeld gleichsam in das Getriebe eines ungeheuren Räderwerkes, das im Ather seinen Sitz hat. Wird durch hemmungen oder Beschleunigungen die Rotation eine ungleichmäßige, so muß sich dies durch Spannungen kundgeben. Analog nun wie bei den Schallwellen aus den Beziehungen von Druck respektive Spannung und Bewegung, so kann man hier aus den Beziehungen des elektrischen und magnetischen Zuftandes die Gesetze eines periodisch wechselnden Atherzuftandes herleiten. Diese beiden zusammengehörigen Phänomene erzeugen das, was wir eine elektromagnetische Schwingung, eine eleftromagnetische Welle nennen. Rein rechnerisch fann man so ermitteln, was ich schon als von Hertz experimentell gefunden erwähnt hatte, daß sich nämlich ein solches elektromagnetisches Wechselfeld mit Lichtgeschwindigkeit, d. h. mit 300,000 km per Sekunde ausbreitet.

Wie man nun elektrische Schwingungen erzeugte, das war in der Physik längst vor Herz bekannt. Helmholt sprach sich bereits im Jahre 1847 bestimmt dahin aus, daß wir es bei der Entladung einer Lendener Flasche durch einen kurzen Schließungsbügel mit einem Hin- und Herwallen der Elektrizität zwischen dem innern und äußern Belag der Flasche zu tun haben müßen. Ich zeige Ihnen hier zunächst die Entladung einer solchen Lendener Flasche, welche ja wohl allgemein bekannt ist. Der glänzende Funke, welchen Sie dabei auftreten sehen, ist also nach der eben entwickelten Anschauung nicht der einmalige Ausgleich der positiven und negativen Elektrizität der beiden Flaschenbelage, sondern er bildet vielmehr einen Teil der Strombahn, auf der die Elektrizität hin und her pendelt.

Achten Sie einmal hier auf die Flüssigkeit in der U-förmigen Köhre, welche ich nun vor Ihnen aufstelle. Hebe ich die Flüssigkeit auf der einen Seite und erzeuge so einen gewissen Druck- oder Spannungszustand (entsprechend dem Spannungszustand der geladenen Lendener Flasche vor der Entsladung) und lasse ich jett die Flüssigkeitssäule fallen (entsprechend dem Moment des Einsehens des elektrischen Entladungsfunkens), so sehen Sie, daß dieselbe nicht gerade bis zur Kuhelage zurücksinkt, sondern über dieselbe hinausschießt, hin und her pendelt, bis erst allmählich die Gleichgewichtslage wieder erreicht

wird und zwar wie beim Pendel infolge von Energieverluften. Ganz analog pendelte also auch die Elektrizität in dem Leidener Flaschenkreis auf und nieder.

Vollständig aufgeklärt wurde aber der elektrische Sachverhalt erst rein theoretisch und zwar durch Sir William Thomson in England und Professor Gustav Kirchhoff in Deutschland.

Es ergab fich da, daß vor allem eine ganz beftimmte Bedingung erfüllt werden muß, wenn überhaupt Oszillationen möglich fein sollen. Es muß nämlich der Widerstand der Entladungsbahn sehr niedrig gehalten sein, jedenfalls darf er eine bestimmte Grenze snicht überschreiten, die gegeben ist durch eine fehr einfache Beziehung, welche ich Ihnen nennen will. Es muß der Widerftand kleiner sein, als das doppelte geometrische Mittel aus dem Quotienten von zwei Größen, die wir mit L (Bähler des Quotienten) und C (Nenner) Sie werden mir ohne weiteres glauben, daß man diese Größen bezeichnen. in einer bestimmten Maßeinheit angeben kann. Man bildet also den eben erwähnten Ausdruck und erhalt so einen beftimmten Wert für den Widerstand in Ohm ausgedrückt. Dieser Widerstandswert bildet also die Grenze, unterhalb welcher überhaupt nur Oszillationen möglich sind. Was die Bedeutung dieser beiden Größen angeht, so werden Sie dieselben ebenfalls leicht verfteben. C nennen wir die elektrische "Capacität" und definieren sie etwa als das Fassungsvermögen dieser Leydener Flasche für Elektrizität bei einer bestimmten Spannung analog wie das Fassungsvermögen einer gewöhnlichen Flasche für eine Flüssigkeit bei einem bestimmten Druck. Die andere Größe L ist die für elektrische Schwingungen eigentlich charakteriftische Größe; sie hängt ab von der Form des Leiters d. h. von der Bahn, auf der sich die Elektrizität bewegt. Mit einem recht nichtssagenden Ausdruck bezeichnen wir in der Wiffenschaft diese Größe heute noch als "Selbstinduktion"; sie ist nichts anderes als eine Maßgröße für die Trägheitswirfung des Ihnen geschilderten rotatorischen Magnetfeldes. Sie alle haben schon die Trägheit der Materie an sich selbst erfahren, wenn Sie sich in einem dahineilenden Wagen befanden, deffen Beschwindigkeit plötlich verändert wurde. Es fällt da unserm Körper gar nicht ein, diese Anderungen à tempo mitzumachen und die Insagen des Wagens fliegen meistens recht unsanft durcheinander. Gine solche Trägheit, ein solches Beharrungsvermögen zeigt auch die Elektrizität; ja, wir Physiker sehen heute den Sachverhalt in einem gewissen umgekehrten Sinne an; wir sind heute vollständig überzeugt, daß die allbekannte und doch so rätselhafte Trägheit der Massen eine elektromagnetische Erscheinung ist wie die sogenannte Selbstinduttion.

Aus der Theorie ergibt sich nun noch eine weitere wichtige Beziehung, mit der ich Sie inkommodieren muß, damit Sie erkennen, wie man in der drahtlosen Telegraphie die Schwingungsdauer respektive Wellenlänge feststellt.

Es ist nämlich die Schwingungsdauer proportional dem geometrischen Mittel aus dem Produkt von L+C. Kennt man also diese beiden Konstanten und

man kann sie sowohl rechnerisch als experimentell sehr genau ermitteln, so ershält man den Wert für die Schwingungsdauer, welchen man nun nur noch mit dem Wert der großen Fortpflanzungsgeschwindigkeit zu multiplizieren braucht (wie ich es vorher auseinandersette), um die Wellenlänge zu kennen. Beispielsweise ergäbe sich die Schwingungsdauer zu ein Milliontel Sekunden, dann beträgt die Wellenlänge 300 Meter. Das ist so eine der in der drahtlosen Telegraphie gebräuchlichsten Wellenlängen. Sie erkennen also, daß die auf den ersten Blick etwas geheimnisvoll anmutende Manipulation, die Länge der unsichtbaren Wellen zu ermitteln, in Wirklichkeit nichts weniger wie Hezerei ist.

Die Schwingungen eines Leydener Flaschenkreises kann man auf ver-

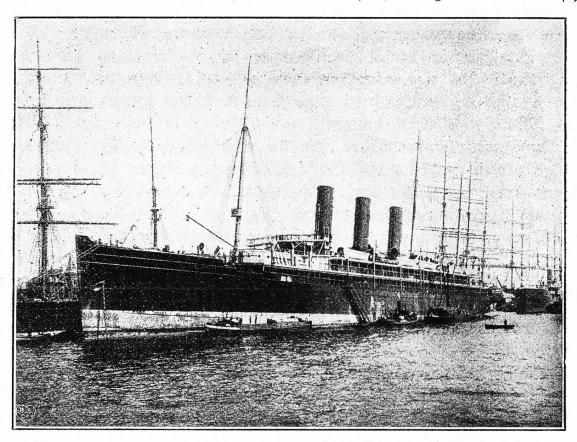
schiedene Weise konstatieren.

Eine einfache Methode für den Physiker besteht darin, den zeitlichen Berlauf der Spannungen während der Entladungen zu verfolgen. por Jahren hier an der Universität viele solcher Aufnahmen gemacht und zwar mittels des sogenannten Helmholtz-Pendels, respektive eines besserten Modells, welches nach den Angaben meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Kleiner, hergestellt war. Auf einer horizontalen Geraden sind kleine Zeitteilchen markiert, wie sie durch das Helmholz-Pendel messend verfolgt werden, während auf Senkrechten die zugehörigen Spannungen aufgetragen find. Sie kennen den oszillierenden Verlauf derselben. Sier will ich gleich auf etwas aufmerksam machen. Es kann nämlich die Ruhelage erst nach einer größern Anzahl von Schwingungen erreicht werden, wie es schon bei dieser Aufnahme der Fall war, oder schon nach einer sehr kleinen Anzahl von nur 1 bis 2 Schwingungen. Im erstern Falle sprechen wir von einer schwach gedämpften, im letztern Falle sprechen wir von einer stark gedämpften Welle, und das ift ein sehr wichtiger Punkt für den Praktiker in der drahtlosen Telegraphie.

Die oszillatorische Entladung eines Leydener Flaschenkreises gibt uns aber noch nicht so ohne weiteres die Möglichkeit, drahtlos zu telegraphieren. Den Grund werden Sie leicht einsehen, wenn Sie einmal die Wirkung einer lose in der Hand gehaltenen Stimmgabel etwas näher ins Auge fassen. Beim Anschlagen nimmt die Stimmgabel sehr viel Energie auf; trotzem hören Sie dort unten gar keinen Ton und selbst ich muß die Gabel sehr nahe ans Ohr bringen, um nur einen äußerst schwachen Ton wahrzunehmen. Es liegt dies daran, daß die Zinken in jedem Moment gegeneinander schwingen, weshalb eine Wirkung nach außen außehoben wird. Analog verhält es sich mit dem elektrischen Schwingungskreis. Für jeden Punkt desselben gibt es einen symmetrisch gelegenen Punkt, durch den die gleiche Elektrizitätsmenge zu gleicher Zeit nach entgegengesetzer Richtung sließt. Eine Wirkung nach außen kann also auch hier nicht vorhanden sein.

Die Energie muß aber an die Umgebung abgegeben werden, wenn wir sie an entfernten Stellen im Raum zur Wirkung bringen wollen, und gerade

das leisten die spezisischen Anordnungen von Hertz, die ich Ihnen nunmehr stizzieren werde. Die Sekundärpole eines in bekannter Weise betätigten Induktoriums verbindet man mit einem Draht, der durch eine Funkenstrecke unterbrochen ist. An beiden Seiten kann man zur Vergrößerung der Kapazität des Systems metallische Platten anhängen, doch ist dies nicht unbedingt ersforderlich. Sobald der Entladungsfunke in der Funkenstrecke auftritt, wellt wieder die Elektrizität in der beschriebenen Weise hin und her. Was nun aber während des zeitlichen Verlaufs des Schwingungsphänomens hier gesschieht, das zeigt Ihnen die folgende Projektion. Sie sehen dort die beiden Kugeln der Funkenstrecke, welche durch die Elektrizitätsquelle entgegengesetzes Vorzeichen haben. Es bilden sich die Ihnen früher angedeuteten elektrischen



Unwendung in der Marine.

Spannungskurven, welche sich immer weiter ausbreiten. Jett wird plötlich die Elektrizitätsquelle für einen Moment abgeschaltet. Was geschieht? Das elektrische Feld in direkter Nähe der Rugeln verschwindet, nicht so aber die Feldlinien, welche sich schon ziemlich weit vom Leiter entsernt haben. Der Ihnen geschilderte elektromagnetische Mechanismus des Athers ist in Betrieb und kann nicht einfach überall wie durch einen Ruck zum Stillstand gebracht werden. Die am weitesten entsernten Feldlinien breiten sich deshalb weiter aus und sie können dies nur so tun, daß sie sich als geschlossene Spannungskurven abschnüren. Die ursprüngliche Energie wird so vermindert um die Energie der abgeschnürten Teile und diese ist nichts anderes als die Energie

ber Strahlung, die mit Lichtgeschwindigkeit den Raum durchsett. Denken Sie fich den Vorgang gleichzeitig nach allen Richtungen stattsindend und Sie gelangen zu der Vorstellung, daß die elektrischen Druckspannungen sich in Rugelschalen b. h. nach allen Seiten gleichförmig ausbreiten. Marconi's Anordnungen waren nun schließlich die folgenden. Ein Draht wurde hoch in die Luft geführt (Luftdraht oder Antenne) und unten mit dem einen Bol einer Funkenstrecke verbunden, deren anderer Pol in Verbindung mit der Erde gebracht Das System wird wieder geladen von den Sekundärpolen eines Induftors aus. Gine vergleichende Betrachtung läßt Sie nun ohne Weiteres erkennen, daß diese Marconi'sche Anordnung vollständig identisch ist mit einem senkrecht gestellten Hertischen Oszillator, deffen eine Gälfte durch den Luftdraht bessen andere Hälfte durch die Erdverbindung ersett ift. Marconi selbst hatte zwar andere irrtümliche Vorstellungen darüber, und diese haben lange Zeit die Entwicklung gehemmt, bis der Sachverhalt durch deutsche Professoren wieder flargestellt wurde. Der eigentliche Grund aber, weshalb Marconi mit seinem Sender nicht über etwa 25-30 km telegraphieren konnte, ergibt sich aus einer einfachen Betrachtung der Energieverhältniffe.

Die zu entwickelnde Energie hängt ab von zwei Faktoren, nämlich von der Rapazität und der Spannung. Die elektrische Rapazität eines solchen einfachen Drahtes ist sehr gering und es sind uns auch zur Vergrößerung derselben sowohl aus theoretischen wie praktischen Gründen enge Grenzen gezogen. Was die Spannung angeht, so wächst solche allerdings mit größer werdenden Funkenstrecken; allein gleichzeitig wächst auch deren Widerstand, der aber bekanntlich möglichst niedrig gehalten werden soll. Also auch mit diesem zweiten Energiesaktor können wir nicht nach Belieben operieren. Hieraus ergibt sich, daß in einem solchen einfachen Marconi-Sender nur wenig Energie vorhanden ist und dieses Wenige wird sofort ausgestrahlt. Wir haben es hier mit energiesschwachen und stark gedämpsten Schwingungen zu tun, quasi mit schwachen, kurzen elektrischen Tonstößen, die nicht in große Entsernungen dringen können.

Ehe ich über die weitere Ausbildung des Senders spreche, will ich Ihnen auch ein Schema der ursprünglichen Empfangsanordnungen Marconi's projizieren. Da ist zunächst der wesentlichste Bestandteil, der Kohärer. Zwischen zwei Metallelektroden besindet sich in einem kleinen Zwischenraum das Metallpulver. Das Ganze ist in ein isolierendes Röhrchen aus Glas oder Ebonit eingeschlossen und liegt (mit den Elektroden metallisch angeschlossen) in einem schwachen elektrischen Stromkreis. Obwohl also anscheinend eine vollständig geschlossen metallische Bahn vorhanden ist, sließt dennoch kein Strom. Es liegt dies daran, daß sein zerteiltes Metall stets an der Obersläche oxydiert ist und das Oxyd unterbricht den Strom. Wird nun aber das Metallpulver elektrisch besstrahlt (es genügt z. B. wenn ich in der Nähe des Kohärers einen elektrischen Funken errege), so geht eine Beränderung vor. Die Metallteilchen geraten in einen bessern metallischen Zusammenhang, wahrscheinlich durch mikrossopisch

kleine Fünkchen, die zwischen ihnen übergeben, es bildet sich gewiffermaßen eine metallische Brücke und der Strom fließt. Dadurch betätigt sich nun in der üblichen Weise, wie bei der gewöhnlichen Telegraphie, ein Relais, welches einen stärkeren Stromfreis anschließt und in diesem liegt der Morse-Schreiber. Wird also der Kohärer erregt, so beginnt der Morse zu schreiben, d. h es erscheint auf dem Morsepapierstreifen ein kontinuierlicher Strich. Hiermit ist uns aber nicht gedient, vielmehr foll der Koharer resp. der Morse immer wieder neue Impulse und diese in ihrer zeitlichen Dauer registrieren. Um dies zu erreichen, ist parallel zum Morse ein Klopfer geschaltet d. h. eine Vorrichtung, wie bei jeder elektrischen Klingel. Dieser Klopfer wird mit dem Morse gleichzeitig erregt und erschüttert sanft den Kohärer. Die Metallteilchen des letztern fallen auseinander, die Brücke ift zerftört und so der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt, in welchem der Rohärer für neue Bestrahlung empfänglich ift. Jett haben wir folgenden Vorgang: Für einen kurzen elektrischen Impuls erhalten wir auf dem Morse einen Punkt, für eine längere anhaltende Bestrahlung eine zusammenhängende Reihe von Punkten d. h. einen Strich. können wir aber auch drahtlos nach dem Morsealphabet telegraphieren, welches ja bekanntlich ein Kombinationssystem aus Punkten und Strichen ist. ein Wort über die Empfindlichteit des Rohärers. Der Rohärer ift häufig als das elektrische Auge bezeichnet worden. Das darf man nur in übertragenem Sinne auffassen, denn seine Funktion und diejenige unseres Sehorgans haben nicht das mindeste miteinander zu tun. Und was die Empfindlichkeit angeht, so ist diejenige des Kohärers nur mit solchen unserer allerdelikatesten Galvanometern vergleichbar; im Vergleich dazu ist unser Auge ein ganz grober Apparat.

Es erübrigt noch zu bemerken, daß der Kohärer mit seinem einen Pol mit dem Luftdraht, mit dem andern Pol mit der Erde verbunden wurde.

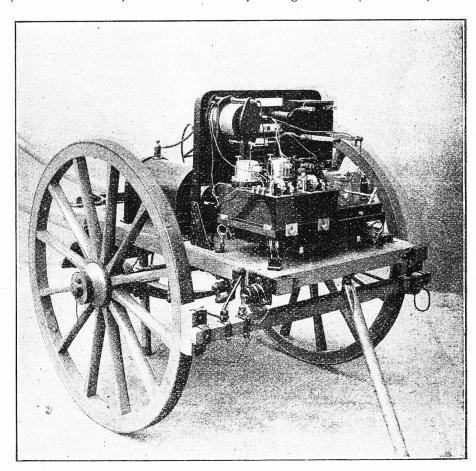
Kehren wir nunmehr zum Sender zurück. Als ich Ihnen vorhin das Experiment mit der lose gehaltenen Stimmgabel zeigte, haben ohne Zweifel manche unter Ihnen den Gedanken gehabt, ja warum fest man denn nicht einfach die Stimmgabel auf einen Resonanzboden? Die Betreffenden murden in der Tat die moderne drahtlose Telegraphie im Prinzip erfunden haben und es erscheint auch alles sehr leicht, wenn man nachher den Entwicklungsgang über-Aber meistens gibt es vorher, wenn die Einsicht noch nicht allgemein gereift ift, nur einen einzigen, der den Augenblick ergreift und das ift der rechte Mann. Dieser rechte Mann war eben Professor Braun. Er sagte sich: Wir haben ja in dem geschlossenen Kreis einer Leydener Flasche oder eines Systems von Leydener Flaschen die beste Möglichkeit, lang anhaltende Schwingungen zu erzeugen und große Energiemengen wie in einem Energiereservoir aufzuspeichern. Damit die Energie auch ausgestrahlt werde, muffen wir diesen geschlossenen Kreis dann mit einem offenen Bertischen Oszillator koppeln. Betrachten Sie noch einmal die akuftischen Vorgänge. Lose in der Hand gehalten, gibt die Stimmgabel fast keinen Ton ab; sie tont jedoch sofort, wenn ich sie

auf eine beliebige Unterlage, z. B. auf einen Tisch aufsetz; allein das Maximum der Tonabgabe erziele ich erst dann, wenn diese Unterlage, dieser Ressonanzboden genau den gleichen Eigenton hat wie die Stimmgabel. Der Stimmgabel entspricht der geschlossene Schwingungskreis, dem Resonanzboden der Lustdraht. Damit letzterer in vollkommener Resonanz zum Schwingungskreissei, muß er eben eine ganz bestimmte Eigenschwingung und deshalb eine ganz bestimmte Länge haben

Selbstredend wird in diesem Falle vollkommener Resonanz die Energie am schnellsten abgegeben; aber es macht uns keine Schwierigkeit, dieselbe nach Be-

darf nachzuliefern.

So entstanden Braun's gekoppelte Snsteme. Braun unterschied dabei zwischen einer direkten und indirekten oder induftiven Schal= tung. Im erstern Falle find die An= sätze des offenen Syftems direft metallisch, d. h. galvanisch an den primären Kreis angeschlossen; im zweiten Falle wird das offene System induftiv erregt wie in einem Transformator. Prinzi=



Fahrbare Station.

piell existiert übrigens kein Unterschied zwischen beiden Schaltungen und mathematisch läßt sich die eine aus der andern ableiten.

Marconi benutt für den einen Ansat des offenen Systems eine möglichst gute Erdverbindung. Abgesehen davon, daß dadurch ganz unnötigerweise die atmosphärischen Entladungen eingeführt werden, entspricht dies auch nicht den besten theoretischen Erfordernissen. Dieser zweite Ansat d. h. dieses den Luste draht gewissermaßen ausbalancierende elektrische Gegengewicht muß vielmehr, wie die Theorie zeigt, eine ganz bestimmte Obersläche haben. Wir benutzen des halb zu dem Zwecke große, gegen Erde isolierte Metallslächen.

über die Schwingungsvorgänge in diesen gekoppelten Systemen, sowie über viele andere wichtige Einzelheiten begannen jetzt erst die schwierigen Arbeiten

der theoretischen Physiker, unter denen an erster Stelle Professor M. Wien (Danzig) und Professor P. Drude (Berlin) zu nennen sind.

Es würde über den Rahmen dieses populären Vortrages hinausgehen. wenn ich Ihnen darüber berichten wollte; doch will ich wenigstens auf einen wichtigen Gesichtspunkt hinweisen, der sich auf die Ropplung bezieht. Denken Sie sich zwei Pendel, die mit einem horizontal ausgespannten elastischen Draht starr verbunden sind. Da zeigt sich nun ein ganz wesentlicher Unterschied, ob man die Pendel nahe beieinander hat d. h., daß der elastische Zusammenhang ein sehr fester ist, oder ob sie weiter von einander hängen d. h. daß der elastische Busammenhang ein sehr loser ist. Regt man im erstern Falle das eine Pendel zu Schwingungen an, so gerät auch fast augenblicklich das zweite Pendel in Bewegung; das ganze Syftem kommt schnell nach ein paar heftigen Schwingungen zur Ruhe. Ganz anders ist die Wirkung im zweiten Falle; jetzt macht das zweite Bendel zwar nur sehr schwache aber lange anhaltende Schwingungen. Die beiden Fälle repräsentieren uns die feste und die lose Ropplung. Sanz analog wie diese sympathischen Pendel verhalten sich nun auch die gekoppelten elektrischen Systeme, bei denen Sie die zwischen ihnen wirkenden Kräfte ruhig als solche elastischen Zusammenhänge ansprechen können. Macht man die Kopplung ziemlich fest, so wird die Energie des primänen Kreises fast augenblicklich auf den Luftdraht übertragen und von diesem sofort ausgestrahlt. Der Effekt ift berjenige einer gewaltigen Explosion. Wir operieren da mit Leistungen bis zu Hunderten und Tausenden von Pferdekräften, sodaß es gar nicht so wunderbar ift, daß wir selbst über den Ocean elektrisch hinüberdonnern. Diese Ranonenschüffe haben aber einen großen Nachteil, sie erregen nämlich jeden beliebigen Empfänger.

Ganz anders verhält es sich bei der losen Kopplung. Jett wird die potentielle Energie des primären Kreises nur sukzessive, gewissermaßen lösselsweise auf den Lustdraht übertragen und wir sorgen noch in besonderer Weise dasür, daß sie von ihm nur langsam ausgestrahlt wird. Jett erzeugen wir zwar nur einen schwachen aber lange anhaltenden Ton und wir können ein wichtiges Problem damit lösen, nämlich das der Abstimmung. Der reine schwache lang hinhallende Ton erregt nur einen einzigen bestimmten Empfänger, nämlich einen solchen, der auf genau den gleichen Eigenton gestimmt ist, alle andern bleiben stumm. Ich mache Ihnen hier die zwei bekannten Versuche der akustischen und der elektrischen Resonanz; im erstern Falle zwei abgestimmte Stimmgabeln auf Resonanzböden, im zweiten Falle zwei Leydener Flaschenkreise (Lodge Flaschen) die sich genau auseinander abgleichen lassen.

Sie sahen, daß ich nun dem einen System mechanische, beziehungsweise elektrische Energie zusührte, und trotzdem geriet auch das neutrale zweite System in hestige Pulsationen, was sich bei der resonierenden Stimmgabel durch lautes Tönen, bei dem resonierenden Leydener Flaschenkreis durch heftige elektrische Funkenbildung zu erkennen gab. Bedingung für diese interessante Erscheinung

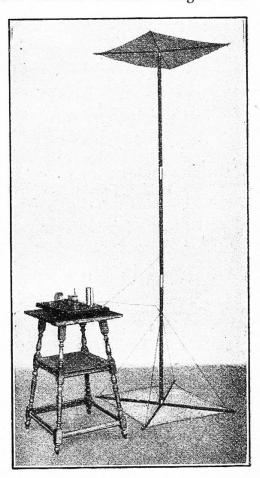
ist der absolute Jsochronismus der Schwingungen der sich beeinflussenden Systeme. Verstimme ich nämlich nunmehr das eine gegen das andere, so sehen Sie, daß die Resonanzwirkung sowohl bei den akustischen wie bei den elektrischen Systemen ausbleibt.

Ebenso wie der Sender, so wurde natürlich auch der Empfänger entsprechend den modernen Errungenschaften umgestaltet. Auch hierüber muß ich von weiteren Beschreibungen an dieser Stelle Abstand nehmen, jedoch will ich erwähnen, daß speziell der Empfänger zu einem sehr schwach gedämpsten und deshalb höchst resonanzfähigen System ausgebildet werden konnte. Gegen den

hoch entwickelten Empfänger steht der Sender noch weit zurück. Der hauptsächlichste Grund dafür ist der, daß wir leider immer noch im primären Kreis des Senders die leidige Funkenstrecke nicht entbehren können, welche viel Energie konsumiert und die Schwingungen stark dämpst.

Was man trotdem in puntto Abstimmung durch Anwendung von loser Kopplung erreichen kann, das zeige ich Ihnen nunmehr durch Vorsführung der aufgestellten Modelle für drahtlose Telegraphie, welche typisch sür unsere-modernen Anordnungen sind.

(Es wurden nun im Vortrage mit je zwei Sendern und zwei Empfängern die Ausbildung der Abstimmung und vermittels derselben die drahtlose Mehrfachtelegraphie experimentell demonstriert. Die 2 Sender gaben gleichzeitig eine Anzahl unter sich verschiedene Telegramme und jeder der beiden Empfänger klapperte ganz unbeeinflußt nur das für ihn bestimmte Telegramm herunter. Die Morsestreisen zeigten keinen einzigen falschen Punkt oder Strich; die



Modell.

Selektion war eine absolut vollkommene. Ich füge hinzu, daß wir heute bei den großen Stationen gleichzeitig ohne Störung mit differenten Wellenlängen arbeiten können, die sich nur um einige Prozente der Schwingungszahl unterscheiden.)

Es ist klar, daß die Möglichkeit einer so scharfen Abstimmung es mit sich bringt, daß man es in der Hand hat, sich auf irgendwelche wirksame Schwingungen einzustellen d. h. daß man fremde Telegramme abfangen kann. Denn wer Ohren hat, der hört, wer Augen hat, der sieht, und wer die erforderlichen Schwingungskreise und einen Detektor für elektrische Wellen besitzt, der bringt eben diese zu seiner Wahrnehmung. Das liegt in der Wesenheit der drahtelosen Telegraphie begründet, ist aber ohne Zweisel ihr großer Nachteil im Vergleich zur Drahte oder Kabeltelegraphie, die nur bestimmte Punkte miteinander

verknüpft. Dieser Nachteil läßt sich wesentlich dadurch abschwächen, daß man nicht nach dem gewöhnlichen Morsealphabet sondern nach einem vereinbarten Code telegraphiert, wie es z. B. im russischen Kriege geschah, wo die deutschen "Telefunken"-Apparate eine bedeutende Rolle gespielt haben.

Nachdem ich Ihnen nunmehr die der drahtlosen Telegraphie zu Grunde liegenden Prinzipien auseinandergesetzt und demonstriert habe, will ich Ihnen jetzt auch noch technische Aussührungen von Apparaten und Maschinen sowie einige Stationen im Bilde vorzusühren. (Es wurden nun eine größere Anzahl Projektionen vorgesührt, welche ein Bild gaben von der technischen Bollkommenheit der modernen Apparatur und der Stationseinrichtungen, sowie hinwiesen auf die verschiedenen Anwendungsgebiete im Lotsendienst, bei der Schiffahrt, bei Heer und Marine. Diese Bilder und der erläuternde Text können hier nicht sämtlich wiedergegeben werden. Nur einige wenige Photographien sollen hier als Illustration dienen.)

Ich bin am Schluß und hoffe Ihnen eine annähernde Vorstellung gegeben zu haben, wie die Reime, welche durch die Taten von Geistesheroen gepflanzt wurden, Blüte und Frucht getrieben haben. Heutzutage spielt auf vielen praktischen Gebieten die Wissenschaft eine führende Rolle, aber auf keinem anderen Gebiete war ein so geschlossenes Vorgehen von Wissenschaft und Technik erforberlich wie auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie. Auf diese Weise hat sie in der kurzen Zeit ihres Bestehens Enormes geleistet. Unermüdliche und opferfreudige Arbeit ist auf beiden Seiten erforderlich gewesen; aber die Schaffenden sühlen sich belohnt, wenn ihr Mühen wie hier nicht vergebens gewesen ist.

Die Arbeiten auf den Oftseeversuchsstationen von Prof. Braun-Siemens und Halske, sowie die moderne Entwicklung der Apparatur habe ich publiziert in 2 Büchern: "Die drahtlose Telegraphie auf Grund eigner praktischer Erfahrungen." (1904. Beit & Co., Leipzig.)

"Wireleß Telegraphy." (1906. Griffin & Co., Ld., Publishers London.)

Der Gankönig am Rheinfall.

Gin Geschichtlein von Meinrad Lienert, Ginsiedeln.

Es war einmal ein alter König. Der saß alltag auf seiner hohen Burg am Bogenfenster, und wenn er nicht gerade regierte, sah er hinab auf den Rhein, an dem eine Fähre lag. Unterhalb der Fähre aber donnerte der Fluß, mit einemmale stäubend und Silbernebel auswerfend, über die Felsen hinunter in die greuliche, an tückischen Nixen und andern unseligen Wesen und Ungeheuern bewohnte Tiefe.

Stundenlang konnte der König zusehen, wie des Fährmanns schönes Töchterlein fremde Wanderer über den Strom ruderte oder mit seinem Vater