

1890 Kohärer zur HF-Detektion

Edouard Eugène Désiré **Branly** (Amiens 1844-1940 Paris) demonstriert den Fritter, den er «radioleitende Röhre» nennt, als Mittel zur HF-Detektion. Er übermittelt Funksignale in der **Faculté Catholique von Paris** über eine Distanz von 150 m. Gemäss [190, 268] kommt **Branly** auf Grund der Versuche des italienischen Professors Themistoles **Calzecchi-Onesti** auf den Kohärer. **Lodge** demonstriert seinen **Sparc gap coherer** ein Jahr zuvor. Davor benutzen **Popow**, **Minchin** und **Rutherford** ähnliche Einrichtungen wie **Branly**. Auch **Varley** unternimmt bereits 1866 entsprechende Versuche. Gemäss [241] erfindet der Amerikaner P.S. Munk af **Rosenskjöld** 1838 (siehe weiter oben) das Prinzip des Kohärsers und das Heft [83021] verdeutscht den Namen zu **Rosenschöld**.

Nach [238] soll 1879 **Hughes** und laut [118] 1885 **Popow** den Fritter (Kohärer) erfunden haben. Es trifft wohl zu, dass **Munk af Rosenskjöld** 1835-38 das Prinzip des Fritters und **Hughes** 1878-79 den **Stahl-Kohle-Detektor** erfindet. **Hughes** soll auch den **automatischen Dekohärer** eingeführt haben. Ab 1894 findet die Einrichtung des Fritters ausserhalb von laboratoriums-mässigen Versuchen Verwendung. Frankreich ehrt **Branly** als den Erfinder der Funktechnik. Man ernennt ihn 1909 zum Ritter der Ehrenlegion und nimmt ihn 1911 in der **Akademie** als Mitglied auf.

«SSFE»Funktion und Anwendung des Kohärsers«SSNO»

Feine Eisenfeilspäne - oder Nickel-Silber-Späne (z.B. aus Münzen gewonnen) - werden durch Oxydation an ihrer Oberfläche für geringe Spannungen von einigen Volt zu Nichtleitern. Sobald elektrische Wellen auftreten, sinkt der Widerstand plötzlich auf einen sehr kleinen Wert; der Batteriestrom kann passieren. Eine These sagt aus, dass durch den Einfluss der elektrischen Bestrahlung nicht wahrnehmbare kleine Funken zwischen den Metallteilen überwechseln und diese dadurch aneinander «fritten». Durch geringe mechanische Erschütterungen kann man solche Brücken wieder «zum Einsturz bringen».

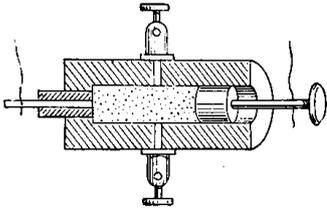


Bild «Z1» E19 [Meyers 1903]
Erste Form des Fritters von
Branly

Branlys **Kohärer** - auch **Cohärer** oder **Fritter** genannt - besteht aus einem Röhrchen aus Hartgummi oder Glas, in dem sich zwischen zwei in geringem Abstand gegenüberliegenden Metallflächen Eisenfeilspäne (**Metallfeilicht**) befinden. Mit den Metallflächen ist je ein nach aussen geführter Leiter verbunden. Dieses Gerät bildet einen sensiblen Detektor für Funksignale. Das Wort «Detektor» kommt hier als Oberbegriff vor und hat nichts mit dem Kristall-Detektor zu tun, der ganz anders funktioniert. **Popow** [105] nennt ihn Professor Popoff aus Kronstadt) schaltet den Fritter 1890 mit einem Relais zusammen. Die Anordnung wirkt wegweisend für die spätere drahtlose Telegrafie. **Popow** kann gleichzeitig einen Morseschreiber und eine elektrische Klingel betreiben, deren Klöppel den leitend gewordenen Fritter wieder in den nichtleitenden Zustand versetzt. **Popow** verbindet einen Pol mit einem Blitzableiter, den anderen legt er an die Erde. Diese Einrichtung dient vorerst zur automatischen, zeitlichen Registrierung von luftelektrischen Entladungen. **Popow** spricht bereits 1890 den Gedanken aus, dass seine Anordnung zweifellos einen zuverlässigen Empfänger für drahtlose Telegrafie abgeben würde. Es fehle nur ein kräftiger «Geber», um telegrafische Botschaften ohne Drahtverbindung über grössere Entfernungen zu übermitteln.

1891

Tesla baut den nach ihm benannten **Teslatransformator** [133]. Sekundärseitig am Induktorium für grosse Funkenlänge befindet sich eine Leidenerflasche und parallel über einer verstellbaren Funkenstrecke der meist aussen liegende Primärkreis des Teslatransformators. Der Primärkreis besteht aus einigen dicken, weit auseinanderliegenden Windungen [140]. Wegen seiner verschiedenen Erfindungen (z.B. den Drehstrom und entsprechende Anwendungen) heisst die **Einheit der Flussdichte** der Induktion nach ihm: 1 Tesla (T) ist 1 Weber pro Quadratmeter (Wb/m^2) [133]. **Tesla**, ein ehemaliger Mitarbeiter von **Edison**, schafft als selbständiger Elektrotechniker die Grundlage für die erste Methode drahtloser Energieübertragung - für die meisten Menschen ein unverständlicher Vorgang. Experimente von Übertragungen mit Hilfe abgestimmter und geerdeter Luftleiter in den Jahren 1892 und 1893 wirken darum sensationell.

Übrigens gelingt es 1891 Ch. **Brown**, dem Sohn eines in der Schweiz wirkenden englischen «Entwicklungshelfers», **MFO Zürich**, und dem bei **AEG** beschäftigten Russen **Dolivo-Dobrowolski**, zusammen die erste **Drehstromübertragung**

der Welt zu realisieren. Die Distanz (Frankfurt - Lauffen) beträgt 170 km. **Brown** gründet mit W. **Boveri** im gleichen Jahr die **BBC** in Baden (Schweiz) [233], heute Teil der **ABB** - des grössten Elektronunternehmens. Der Kroatier Ignaz **Klemencic** weist mit einem in eine Antennenleitung geschalteten **Thermoelement** Hochfrequenz nach. Thermoelemente kommen später im Antennenkreis oder in unmittelbarer Nähe des Senders oft zur Anwendung.

1892

Am 8.6.1892 erhält Desider **Korda** (Paris) das deutsche Patent für seinen **Drehkondensator**. **Koepsel** verwendet diesen 1902 als **Abstimmelement** und man zitiert ihn darum irrtümlich oft als Erfinder [z.B. 133]. **Edison** lässt sein Verfahren drahtloser Telegrafie mittels elektrostatischer Induktion patentieren [241]. **Crookes** weist in seinem Artikel **Some possibilities of electricity** auf die Möglichkeit der Funkentelegrafie hin und schlägt Mehrwelligkeit zur Wahrung des Depeschengeheimnisses vor.

1893

Preece baut einen **Induktionstelegrafen** mit drahtloser Übermittlung über einige hundert Meter; gemäss [241] sind es 1892 bereits 5 km. Seine ersten derartigen Versuche datieren ab 1885 [131]. Gemäss [111-196] soll er mit dieser Methode bereits 1883 drahtlose Telefonie durchgeführt haben. Auch er erkennt, dass die Induktionswirkung einerseits mit der Distanz rasch abnimmt und andererseits derart lange Induktionsdrähte zu verlegen sind, dass das Verfahren keine Zukunft hat. Verschiedene Experimentatoren haben sich bereits erfolglos daran versucht. Die Experimente von **Preece** bekommen einen gewissen Bekanntheitsgrad, weil er als Chefingenieur der britischen Post später **Marconi** fördert. Siehe auch unter 1882. **Elster** (1824-1920) und Hans Friedrich **Geitel** (Braunschweig 1855-1923 Wolfenbüttel), Physiker, erfinden die **Fotozelle**. Nach [136] hat **Geitel** grundlegende Untersuchungen über die Glühemission und die lichtelektrischen Effekte durchgeführt. **Korda** erfindet einen rotierenden **Frequenztransformator** zur Erhöhung der Frequenz des Wechselstromes [158]. **Tesla** arbeitet gemäss [241] mit Antenne, Resonanz im Empfänger. Er meldet seine Einrichtung 1897 zum Patent an. Die Erteilung erfolgt 1900.

1894

Lodge demonstriert im Juni in der **Royal Institution** (London) öffentlich drahtloses Senden und Empfangen mittels elektromagnetischer Wellen. Dazu benutzt er einen **Spherical Oscillator**. Er besteht aus einer grösseren Nickelkugel (6 Zoll Durchmesser) zwischen zwei kleinen Messingkugeln, was eine Wellenlänge von etwa 18 cm ergibt. Der Empfänger besteht nicht aus einem Ring wie bei Hertz, sondern aus zwei Metallplatten, die als **Dipol-Antenne** wirken. Als Detektor verwendet er den Kohärer [131]. John Ambrose **Fleming** (Lancaster 1849-1945 Devon, Sir), Elektroingenieur, experimentiert mit **geheizten Dioden**, kann jedoch keine neuen Erkenntnisse gewinnen. Als wissenschaftlicher Berater Marconis erinnert er sich erst 1904 wieder daran und meldet die Erfindung zum Patent an [131]. Von nun an beginnen sich die Ereignisse zu überstürzen; an verschiedenen Orten kommen praktische Senderversuche vor. Nur die wichtigeren Experimente kommen hier weiterhin zur Erwähnung.

1895

Ernest **Rutherford** (bei Nelson, Neuseeland 1871-1937 Cambridge, England - 1908 Nobelpreis - ab 1931 Lord R. of Nelson), Physiker, benutzt ein **Magnetometer**, um Signale ei-

nes in einer Entfernung von ca. 1500 Meter aufgestellten Hertz-Oszillators zu empfangen [131-11]. **Marconi** entwickelt daraus 1902 den **magnetischen Detektor** [131]. Ferdinand **Schneider** (Fulda 1866-1955 Fulda) **«demonstriert die drahtlose Übertragung von Morsezeichen mittels Ionisation»** - berichtet [149] über den Versuch vom 24.3.1895. Als Sendeantenne dient ihm eine V-förmige Anordnung, deren Enden zur Verstärkung der Kapazität je ein Blech tragen [150]. In einem engen Spalt zwischen zwei in der Empfangsantenne eingefügten Metallplatten tritt durch Ionisation ein Gleichrichtereffekt auf, so dass in einem parallel geschalteten Kopfhörer Zeichen wahrzunehmen sind. Schneider hat sich glücklos auf verschiedensten Gebieten betätigt und zahlreiche Patente angemeldet - wie viele andere auch. Wilhelm Conrad **Röntgen**, Physiker, (Lennep 1845-1923 München), entdeckt durch seine Versuche mit Kathodenemission die nach ihm benannten **Röntgen-Strahlen**. Für seine Entdeckung erhält er am 10.12.1901 den ersten Nobelpreis für Physik [149].

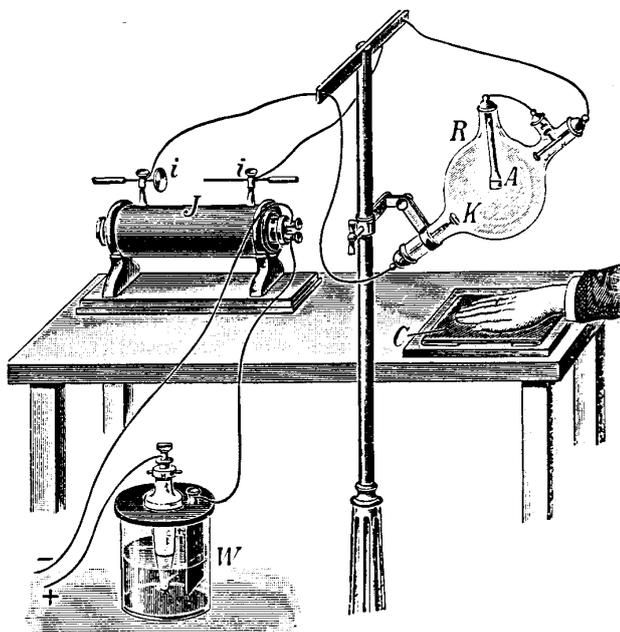


Bild «Z1» E40 [202-338]
Prinzipaufbau für frühe Röntgenaufnahmen
Wehnelt-Unterbrecher (W), Induktor (J),
Röntgenröhre (R) mit Kathode (K) und Antikathode (A)

Gemäss [238] konstruiert **Wien** das **Variometer**. Die Engländer Edmond **Ayrton** und John **Perry** führen es nach [265] 1904 in die Funktechnik ein.

«SSFE»Popows Versuche«SSNO»

Popow sendet in Petrograd (Leningrad) Signale, die man in etwa acht Kilometer Entfernung empfangen kann. Er konstruiert eine Anordnung, die für einige Jahre den Standard für den Empfang bildet: Modifizierter Branly-Kohärer, Lokalbatterie mit Relais und Klingel oder Morseschreiber mit einer «Erschütterungseinrichtung», die den Kohärer immer wieder unterbricht [131]. **Popow** benutzt Ballonantennen und realisiert die Nachrichtenübermittlung Schiff/Land über mehr als 30 km [83021]. Diese Meldung konnte ich noch nicht weiterverfolgen. Die westliche Literatur befasst sich hauptsächlich mit **Marconi** und die deutsche mit **Braun** und **Slaby/Arco**. Popows Demonstration vom 7.5.1895 vor der **Russischen Physikalisch-Chemischen Gesellschaft in St. Petersburg**, wo er die Worte «Heinrich Hertz» übermittelt, kennt man hingegen gut [241]. Von [127] werden sie auf das Jahr 1896 datiert und als Entfernung 250 m erwähnt. Die Entfernung wählt **Popow** nur deshalb so kurz, damit die Zuschauer den ganzen Versuch verfolgen können.

1896

Adolf **Slaby** (Berlin 1849-1913 Berlin), Professor an der **Technischen Hochschule Charlottenburg**, Berlin, kommt bei seinen Versuchen mit Hertzchen Wellen auf etwa 100 m Distanz und holt sich darauf bei **Marconi**, an dessen Versuchen er sich beteiligt, weitere Informationen [131-13].

Tesla führt bei New York eine drahtlose Signalübertragung über eine Entfernung von 32 km vor - berichtet man in einer die Firma **Schrack** betreffenden Arbeit.

«SSFE»Gleichrichterzelle und Graetz-Schaltung«SSNO»

Charles **Pollack (Bollag)** meldet in seiner Patentschrift vom 14.1.1896 die Gleichrichter-Brückenschaltung zum Patent an. Am 24.6.1897 erscheint in der «Elektrotechnischen Zeitung» ein Artikel darüber. Am 22.7.1897 erfolgt unter Hinweis auf **Pollack** (Duplizität der Fälle) die Veröffentlichung eines Aufsatzes über dasselbe Thema, das Prof. L. **Graetz** (1860-1941) am 1. Mai der **Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften** unterbreitet hat. Die wichtigste Schaltung der industriellen Elektronik [233] geht als **Graetz-Brücke** bzw. als **Brückengleichrichter** in die elektrotechnische Terminologie ein. 1898 beschreibt L. **Kallir** in der Wiener **Zeitschrift für Elektrotechnik** die dreiphasige **Drehstrom-Gleichrichterbrücke**, die erst nach der Entwicklung der Leistungshalbleiter voll zur Geltung kommt und heute das Rückgrat der Hochleistungselektronik bildet. **Pollack** experimentiert 1895 mit der elektrolytischen Gleichrichterzelle («Drosselzelle») und benutzt den Umstand, dass eine Aluminiumplatte in einem Elektrolyten den Strom nur in der Richtung vom Elektrolyten zum Aluminium durchlässt; bei entgegengesetztem Strom überzieht sie sich mit einer nichtleitenden Oxydschicht. Diese Erkenntnis nutzt man erst viel später für die Konstruktion der Elektrolytkondensatoren aus. **Graetz** verwendet 1897 alkalische Elektrolyte, um höhere Wechselspannungen umzuformen; Blei- oder Eisenplatten bilden die Gegenelektrode. **Grisson** verbessert 1901 die Zellen, indem er die Platten horizontal anordnet, so dass die aufsteigenden Wasserstoffbläschen die schützende Oxydschicht nicht abreißen [135].

«SSFE»Marconis Demonstrationen«SSNO»

Guglielmo **Marconi** (Bologna 1874-1937 Rom) kombiniert die Antenne von **Popow**, den HF-Erzeuger von **Hertz** und den Kohärer von **Branly** mit Relais und Klingel von **Popow** zu einer Sende- und Empfangsanlage mit senkrechter Antenne und örtlicher Erdung. Darauf erhält er das britische Patent 12039 vom 2.6.1896 und das US-Patent 586193 vom 13.7.1897 [241].

A. **Righi** - ein Freund und Nachbar der Familie **Marconi** - konstruiert um 1894 ein **Induktorium**, das aus kleinen und grossen Oszillatorkugeln besteht. Die wirksamen Oszillationen und deren Wellenlängen hängen von der Dimension der Kugeln ab. Damit erzielt er schon sehr kurze Wellenlängen von nur einigen Millimetern. Ursprünglich hat **Marconi** sich an Vorlesungen bei A. **Righi** in Bologna über dessen Oszillator begeistern lassen. Allerdings war er nur Gast, da er an der Universität keine Aufnahme fand.

Beim Nachbau der Versuche auf dem Landgut seines Vaters findet **Marconi** nach vielen Experimenten (1895) mit horizontalen Dipolantennen heraus, dass sich die Fernwirkung ganz beträchtlich erhöht, wenn er einen Pol mit einem hoch in die Luft geführten Draht verbindet und den anderen an die Erde legt. Allerdings meint **Marconi** zuerst, mit den Righi-Wellen zu operieren, und der Luftdraht vermittele nur die Strahlung auf seiner ganzen Länge (ohne die Frequenz zu ändern).

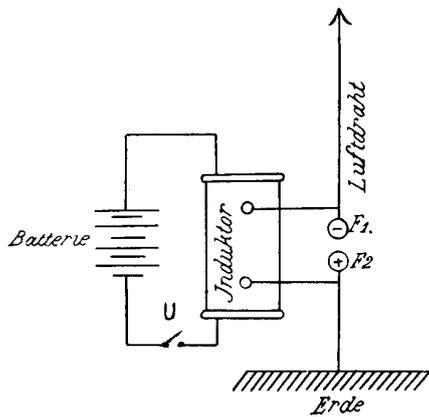


Bild «Z1» E59 [105]
Erster Marconi-Sender

Als Empfänger benutzt **Marconi** die Anordnung von **Popow**. Einige Quellen vermerken, dass er unabhängig von **Popow** gearbeitet habe. **Marconi** gelingt es, die Empfindlichkeit des Kohäerers zu steigern, indem er die Eisenpartikel so sibt, dass er nur Körnchen von etwa gleichem Durchmesser erhält. Er reduziert die Distanz zwischen den beiden Metallstücken (Polen) und erhitzt das Glasröhrchen vor dem Absiegeln, womit er ein leichtes Vakuum erzielt.

Marconi möchte durch Hertzsche- bzw. Maxwellsche Wellen Verbindungen mit Schiffen herstellen. Da er in Italien beim Post- und Telegrafienministerium kein Gehör findet - und allgemein wenig Verständnis für seine Versuche im eigenen Land - geht er nach England, wo er familiäre Verbindungen hat (die Mutter ist schottischer Abstammung, geboren in Irland). Obwohl seine Apparate bei der Zollinspektion beschädigt werden, meldet er kurz darauf, am 2.6.1896, ein Patent unter dem Titel an: «**Improvements in transmitting electrical impulses and signals and in apparatus therefore**». Er erhält das Patent Nr. 12039 am 2.7.1897. Weder **Branly** noch **Lodge** fanden ihre Apparate patentwürdig.

Marconi gilt oft als Opportunist, obwohl er wertvolle Detailarbeit leistete und sich zäh und intelligent voll seiner Sache widmete. Bereits im Juli 1896 demonstriert er den höheren Beamten des Telegrafenamtes seine Fähigkeit, Telegramme über eine Strecke von ca. einem Kilometer drahtlos zu übertragen. Daraufhin unterstützt ihn **Preece**, der technische Chef des britischen Telegrafienwesens, in tatkräftiger Weise. **Preece**, selbst Experimentator, stellt **Marconi** sein privates Laboratorium zur Verfügung.

Am 2. September demonstriert **Marconi** Angehörigen der Armee und der Marine eine Übertragungsstrecke von etwa 3 Kilometern. Dabei benutzt er - wie vor ihm schon **Righi** - metallische **Parabolspiegel**. Marinekapitän Henry **Jackson** hat im Dezember 1895 an Deck des Schiffes **H.M.S Defiance** mit einem eigenen Kohärer experimentiert und im Frühling 1896 mit Erfolg Morsezeichen übertragen. 1899 führt er in der britischen Marine die drahtlose Telegrafie ein - mit dem **System Marconi** [131].

1897 Kathodenstrahlröhre

Karl Ferdinand **Braun**, Physiker, (Fulda 1850-1918 New York, wo er ab 1914 interniert ist) macht die **Kathodenstrahlröhre** bzw. **Braunsche-Röhre** bekannt [149, 118]. J.J. **Thomson** baut im gleichen Jahr unabhängig von **Braun** eine Kathodenstrahlröhre, die bereits zwei **Ablenkplatten** enthält und entdeckt im selben Jahr zudem die **Elektronen** [237], die er Corpuscule nennt. **Braun** erhält zusammen mit **Marconi** 1909 den Nobelpreis. **Marconi** führt Anfang Mai dem britischen Postminister die Funküberbrückung einer 5 km langen Strecke zwischen der Insel

Flatholm im Bristol-Kanal und dem See-Badeort Penarth bei Lavernock Point durch die Übertragung des Buchstabens «V» (Drei Punkte) vor. Dabei verwendet er eine geerdete Sende-Hochantenne, die verbesserte Funkenstrecke nach **Righi** mit Funkeninduktorbetrieb, einen Kohärer und einen Telegrafienferschreiber. Am 18. Mai demonstriert er eine Verbindung von etwa 16 km über den Bristol-Kanal von Lavernock Point nach Brean Down (Somerset). Diesmal benutzt er Drachen, um die Antennen möglichst hoch zu halten.

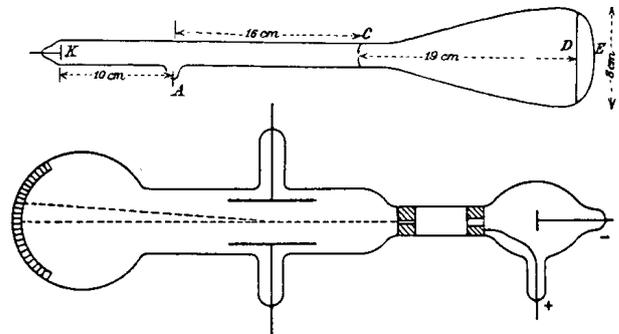


Bild «Z1» E41 [138-36/37]
Vergleich Braunsche Röhre und Kathodenstrahlröhre von Thomson mit integrierten Ablenkplatten

Während **Marconi** im Ausland weilt, gründen am 20.7.1897 seine britischen Verwandten, die Familien **Jameson-Davis**, mit 100.000 Pfund Sterling die **Wireless Telegraph & Signal Company, Ltd.** **Marconi** bringt seine Patente (ausser Italien) für 75.000 Pfund ein, 60.000 Pfund davon in Aktien angerechnet. Dazu erhält er den Posten des Ingenieurs. Die verschiedenen Gesellschaften, die unter **Marconi** entstehen sind ab nun lediglich als **Marconi-Gesellschaft** oder nur unter **Marconi** erwähnt, da selten klar ist, ob er oder eine seiner Gesellschaften zu erwähnen sind.

Im Herbst überbrückt **Marconi** im Golf von Spezia eine Distanz von 15 km; im September und Oktober sind es 34 Meilen (mehr als 50 km) mit einer an einem Ballon und bei einem anderen Versuch an einem Drachen aufgehängten Drahtantenne. Er selbst sendet in Salisbury Plain, und ein Postangestellter in Bath empfängt [131].

Popow sendet gemäss [241] im März von Kronstadt aus an das russische Kriegsschiff **Afrika**.

Lodge erhält am 10.5.1897 ein Patent **Improvements in syn-tonized telegraphy**, in dem er eine **Induktionsspule zur Frequenzabstimmung** im Sender beschreibt. In der Tat haben die Sender bis dahin ein derart breites Sendespektrum, dass allgemeiner Funkverkehr nicht möglich gewesen wäre [131].

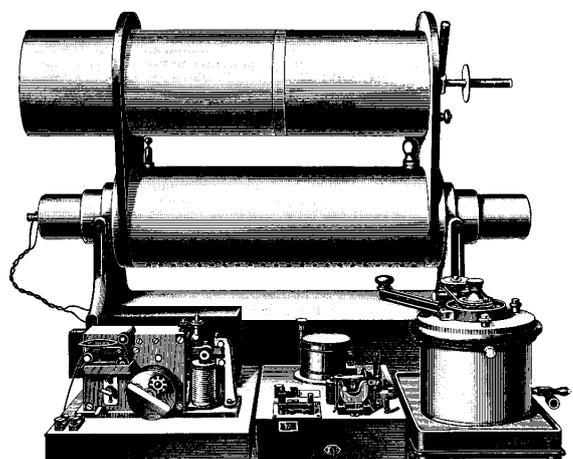


Bild «Z1» E20 [Meyers 1903]
Funkentelegrafienstation System Slaby-Arco (AEG)

Tesla meldet am 2.8. die 1900 erteilten US-Patente 645676 und 649621 über **Schaltungen für Sender und Empfänger** an und unternimmt Versuche über 40 km Distanz [241].

Slaby, der an Marconis Versuchen in England teilgenommen hat, unternimmt mit **Popow** Versuche zwischen Potsdam und Sakrow [118]. Im Herbst erreicht er eine Distanz von 21 km für Funkentelegrafie mit Ballonantenne [83021] zwischen Berlin-Schöneberg und -Rangsdorf [127, 218]. Im Jahr darauf gründen **Slaby** und **Graf von Arco** die **Funkentelegraphische Abteilung** bei der **AEG** und entwickeln gemäss [241] eine Schleifenantenne. Die deutsche Militär-Funkerei nimmt ebenfalls ihren Anfang [118].

H.Th. **Simon** unternimmt in Göttingen Versuche mit **Licht-Telefonie** über 3 km. Für das Jahr 1898 erwähnt man in [241] K. **Zickler** in Brünn für **Lichtelektr. Telegraphie ohne Draht**.

1898 Tondrahtgerät und HF-Maschine

Eugène **Ducretet** (1844-1915) stellt mit seinem Assistenten Roger, dem späteren Radio-Amateur F8OA, eine drahtlose Verbindung vom Eiffelturm zum Panthéon über 4 km her [268].

J. **Munroe** wählt in seinem Artikel **Radio-Telegraphy** in **The Electrician** den Ausdruck **Radio. Branly** nennt 1890 den Kohörer «radioleitende Röhre» und verwendet den Ausdruck Radio gemäss der Französin Elizabeth **Antébi** in ihrem Buch **Die Elektronikepoche** als erster. W.H. **Preece** berichtet jedoch (Engineering vol. 32, 8.7.1881) unter dem Titel **Radiophony**, dass M. **Mercadier** (Leiter **Ecole des PTT**, Paris) im gleichen Jahr unter dem Titel **Notes on Radiophony** in **La Lumière électrique** mehrere Artikel über die Licht-Telefonie mittels des Photophons von G. **Bell** veröffentlicht hat [606906].

Claude **Willcox**, ein 17-jähriger Enthusiast aus Warminster, England, baut seinen eigenen Sender und Empfänger und ist einer der ersten echten **Radio-Amateure**. 1913 sendet er unter dem Rufzeichen WUX und 1922 bereits mit Telefonie unter 2FL. Dabei strahlt er nach dem nächtlichen Schliessen des BBC-Senders Gespräche und Musik für das Publikum aus [131]. Heute ist dies richtigerweise für einen Amateur verboten.

Am 3.6.1898 gibt Lord **Kelvin** (geb. William **Thomson**) anlässlich seines Besuches der Marconi-Station auf der Isle of Wight das erste öffentliche und bezahlte **Funk-Telegramm** auf.

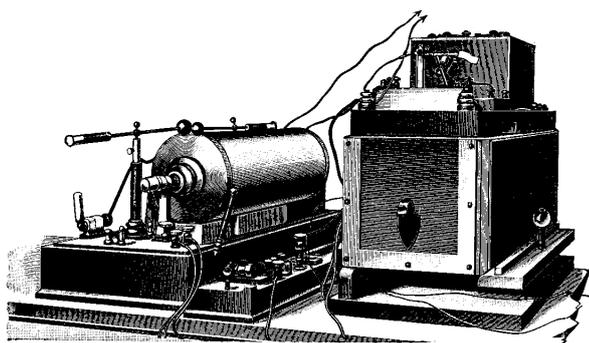


Bild «Z1» E21 [Meyers 1903]
Funkentelegrafienstation von Marconi im Leuchtturm Borkum

Lodge erhält ein deutsches Patent auf «drahtlose Telefonie» [149]. Gemäss [241] entwickelt er das **elektrodynamische Tauchspulensystem** für Lautsprecher, das 1921 im Magnavox-Lautsprecher erstmals für diesen Zweck zur serienmässigen Anwendung kommt - in [290] datiert **Goebel** das System auf 1897.

Tesla patentiert am 1.7. eine Einrichtung zur drahtlosen **Fernsteuerung** und erhält darauf das US-Patent 613809 [241].

«SSFE»Telegraphon«SSNO»

Valdemar **Poulsen** (Kopenhagen 1869-1942 Gentofte) baut das **Telegraphon**, oder den «sprechenden Draht» [127]. Ein an einem **Tonkopf** vorbeigeführter Stahldraht wird im Rhythmus der Schallwellen magnetisiert. Beim Abspielen erzeugt die unterschiedliche Magnetisierung wieder eine Wechselfrequenz der Aufsprechfrequenz.

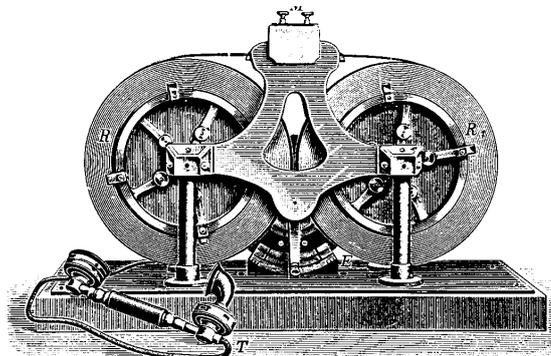


Bild «Z1» E60 [202]
Telegraphon von Poulsen zur Aufzeichnung von Telefongesprächen auf Stahldraht

Schon 1887 schreibt der Franzose **Janet** eine Arbeit über **Die transversale Magnetisierbarkeit eines Leiters** und der Holländer **Wittedik** erhält im gleichen Jahr ein deutsches Patent für den **Vibrographen**. 1888 veröffentlicht Oberlin **Smith** in **Electrical World** einen Vorschlag zur Aufzeichnung von Schallwellen. Eine praktische Lösung des Problems zeigt nur **Poulsen**. Weiterführende Entwicklungen der Schallaufzeichnungstechniken kommen im Kapitel «Bild und Ton» vor.

«SSFE»Hochfrequenzmaschine«SSNO»

Gemäss [127, 190] baut Reginald Aubrey **Fessenden** (Milton, Kanada 1866-1932 Bermudas) die erste **Hochfrequenzmaschine**, die 15 kHz erzeugt. Prof. Dr. Hans **Zickendraht** schreibt aber in [158] darüber: **«Schon im Jahre 1898 hat Nicola Tesla zwei Maschinen geringer Leistung für 5100 und dann für 15.000 Perioden konstruiert. Nach ihm sind zu Messzwecken von anderen Forschern, unter denen wir namentlich Steinmetz und Duddell hervorheben wollen, Maschinen bis zu Periodenzahlen von 120.000 gebaut, aber nicht für radiotelegrafische Zwecke verwendet worden, obwohl man schon in den Anfängen der Entwicklung unseres Gebietes an solche Ziele dachte. Der Grund dazu lag vor allem darin, dass man zu Beginn der Radiotelegrafie nur mit verhältnismässig kurzen Wellen arbeitete und die Riesenantennen mit langen Eigenwellen erst viel später aufkamen. Erst dann aber durfte man daran denken, eine Hochfrequenzmaschine direkt auf ein solches Gebilde arbeiten und einen Teil der hineingeworfenen Energie in den Raum ausstrahlen zu lassen. Alexanderson hat mit grossem technischem Wagemut erstmals solche Maschinen gebaut, die anfangs wegen allzuhoher Anforderungen bezüglich der Frequenz noch klein und leistungsschwach waren, heute aber bis zu 200 Kilowatt Einzelleistung gebaut werden.»** **Alexanderson** ist Angestellter der **GE** und entwickelt den Maschinensender für diese Firma im Auftrag von **Fessenden** weiter, was Millionen von Dollar kostet. Siehe zu diesem Thema 1899 **Tesla**; 1904 **Fessenden** und **Alexanderson**; 1908 **Goldschmidt** - sowie **RCA** im Kapitel der Röhren. **Fessenden** hat mehr als 500 Erfindungen zum Patent angemeldet und gilt als einer der wichtigsten **Radiopioniere** [196].

«SSFE»Induktive Kopplung«SSNO»

«Braun führt den gekoppelten Sender mit geschlossenem

Schwingkreis in die Funktechnik ein. Er erreicht durch die Trennung von Funken- und Antennenkreis die Möglichkeit der Frequenzabstimmung», heisst es in der deutschen Literatur - siehe **Lodge** ein Jahr zuvor. **Braun** demonstriert am 20.9.1898 in Strassbourg die induktive Kopplung und erhält am 14.10. das Patent DRP 111 578 [149]. Dieses fusst gemäss [638862] wahrscheinlich auf den Arbeiten von **Mandelstam** und **Papalexí**. Unabhängig von **Braun** verwendet **Ducretet** in Frankreich die induktive und abgestimmte Kopplung, doch erhält **Braun** die Patentpriorität.

Braun gründet die Firma **Prof. Brauns Telegraphie m.b.H.**, an der sich u.a. **Siemens & Halske (S&H)** beteiligt. Zwischen **Braun** und **Slaby-Arco/AEG** entsteht ein grosser Zwist, bis im Jahre 1903 alle Rechte in der Firma **Telefunken** zusammengeführt sind.

Braun erkennt, dass der Luftdraht - wenn er ihn im geschlossenen Schwingkreis in direkter Schaltung verwendet - infolge seiner geringen Kapazität nur sehr kleine Energiemengen aufnehmen kann, die sofort verstrahlen. Damit lassen sich nur kurze, stossartige Impulse erzeugen. **Braun** verwendet neu ein System von Leidenerflaschen (zwei Kondensatoren), die grosse Elektrizitätsmengen aufnehmen können. Zusammen mit einer Selbstinduktionsspule bildet er einen elektrischen Schwingkreis, der bei der Entladung durch die Funkenstrecke vollständig geschlossen ist.

Diese erste Anordnung bringt nicht den erhofften Erfolg, da es für jeden Punkt, durch den die Elektrizitätsmenge in dieser Kreisbahn fliesst, einen symmetrisch gelegenen Punkt gibt, durch den die gleiche Elektrizitätsmenge sich in die entgegengesetzte Richtung bewegt, so dass sich die Wirkungen nach aussen nahezu vollständig aufheben.

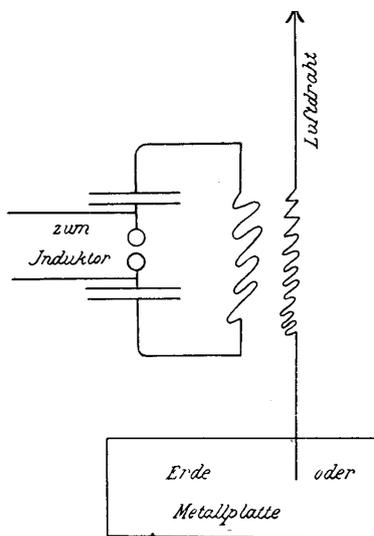


Bild «Z1» E57 [105]
Braun-Sender mit induktiver Kopplung

Die Verbindung der offenen Strombahn des Oszillators von **Hertz** und eines geschlossenen Kreises mit grossem Energie-reservoir zur unaufhörlichen Erneuerung der ausstrahlenden Energie ist die logische Konsequenz.

Dabei legt er die beiden Kreise in Resonanz. Die Trennung der Kreise bringt durch die massive Verringerung der Dämpfung eine bessere Selektivität und damit einen besseren Wirkungsgrad. Gemäss [241] verwendet **Braun** einen Kristall-Detektor mit Metallspitze auf Kupferkies (siehe aber 1906).

Ausserdem wird im Empfänger eine Trennung der beiden Kreise vorgenommen und berücksichtigt, dass das elektrische **Gewicht** zur Antenne einen bestimmten Wert hat. Bis **Dru-**

de diesen Wert einige Jahre später rechnerisch formuliert, ist er empirisch zu suchen [105].

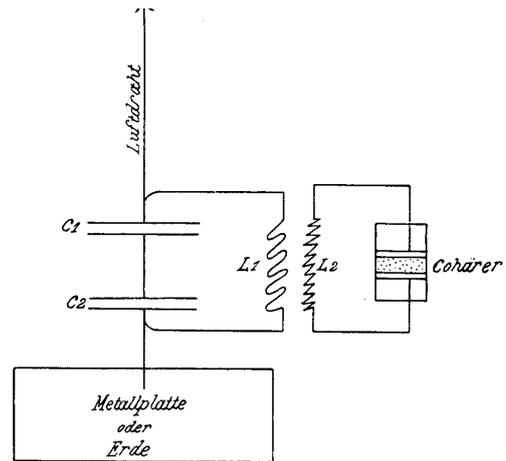


Bild «Z1» E58 [105]
Braun-Empfänger mit induktiver Kopplung

1899

Michael **Pupin** (Jugoslawien 1858-1935 USA) erfindet eine Selbstinduktionsspule zur Verminderung der Sprachdämpfung in Telefonleitungen. **Braun** sendet mit seiner Funkensender-Anordnung von Cuxhaven auf die Insel Helgoland über etwa 40 Meilen Entfernung. Er erhält das Patent für sein System, das **S&H** in der Folge produziert. Der Empfänger besteht aus Kohärer, Relais und Morseschreiber [131]. Im selben Jahr konstruiert er einen **Peilrahmen** und führt mit **Zenneck** bei der Elbe-Mündung Richtsendeversuche mit Reflektordraht durch [241].

Jonathan **Zenneck** (Rupertshofen 1871-1959 München), Physiker und **Brauns** Assistent, experimentiert an der Elbe-Mündung und stellt die Funkverbindung zwischen Cuxhaven und dem Feuerschiff Elbe I, später mit Helgoland her [118]. Im selben Jahr zeigt er die ersten **Oszillogramme**.

Marconi sendet über den Englischen Kanal. Unabhängig davon übermittelt er am 27.3. das erste internationale Funk-Telegramm. Dieses Telegramm sendet man von Dover nach Wimereux bei Boulogne, Frankreich, wobei die Botschaft zuerst drahtgebunden unter dem Ärmelkanal durchgeht. Sie heisst: **«M. Marconi envoie à M. Branly ses respectueux compliments par télégraphie sans fil à travers la Manche; ce bon résultat étant dû, en partie, aux remarquables travaux de M. Branly»**. Einwandfreie Verbindungen über 46 km zwischen South Foreland bei Dover und Wimereux finden statt, wobei der französische Capitaine du Génie, G. **Ferrié**, als französischer Beobachter wirkt [268].

Am 15.11. entsteht mit dem Namen **The Transatlantic Times** auf dem Schiff **St. Paul** die erste per Funk übermittelte **Schiffszeitung**. **Marconi** reist auf dem Schiff aus Amerika ab, wo er die Funkübertragungen zur Internationalen Yacht-Regatta für den **New York Herald** überwacht hat. In England besteht zu diesem Zeitpunkt bereits ein Dutzend stationärer Sendeanlagen für Schiffe [131-15]. Der Dampfer empfängt die politischen Nachrichten für die Bordzeitung erst 70 km vor der englischen Küste - dennoch macht die Meldung über dieses Ereignis Schlagzeilen [149].

Ducretet sendet im September von der bretonischen Küste über 22 km zu der Insel d'Ouessant. Er gilt später als einer der führenden Hersteller von Rundfunkgeräten in Frankreich.

In Boulogne-sur-Mer rüstet die französische Marine ein Kanonenboot mit drahtloser Telegrafie aus [149].

Slaby und **von Arco** überbrücken im Dienste der Kaiserlichen Marine drahtlos 48 km [118, 218].

Das russische Kriegsschiff **Admiral Apraxin** funkt 72 km weit [241].

P. **Castelli** entwickelt in Italien den **Quecksilber-Eisen-Kohärer** (Italienischer **Schiffskohärer**), der ohne Signalempfang automatisch auf hohen Widerstand schaltet. Dieser Kohärer erlangt 1901 anlässlich der ersten Übermittlung über den Atlantik Bekanntheit [131].



Bild «Z1» E18 [Meyers 1903]
Selbst entfrittender Kohärer von Castelli

Tesla baut den **Continuous Wave High Frequency Alternator**, einen motorischen **HF-Generator**, der kontinuierliche Wellen einer bestimmten Frequenz zu erzeugen vermag - im Gegensatz zu den gedämpften Wellen der Funken-Oszillatoren. So sendet man später Telegramme mit sehr rascher Folge der Zeichen (Schnelltelegraf). Die Sendung belegt weniger Bandbreite, da kein grosses Frequenzspektrum entsteht. Tesla erreicht gemäss [131] mit seinen 30 kHz etwa 30 km Übertragungsdistanz. Zwischen der Erfindung der Hochfrequenzmaschine als solcher und ihrer Anwendung als Sender (in Telegrafie) ist zu differenzieren. Ebenso besteht ein Unterschied im Einsatz für Telefonie, die nach Überwindung weiterer Probleme mit dem Maschinensender grundsätzlich möglich wird. Auf Grund der Meldung von **Zickendraht** (siehe 1898) und anderer Unterlagen nehme ich an, dass **Tesla** 1899 eine Maschine für 30 kHz bauen kann, sie aber noch nicht als Sender benutzt (siehe ebenfalls 1904). Und doch prägt **Tesla** mit dem Namen **Continuous Wave** den Ausdruck **CW** für ungedämpfte Wellen... Gemäss einem Artikel in **Der junge Radio- und Fernsehtechniker** sollen der Engländer Elihu **Thomson** und **Tesla** nach 1890 die ersten Hochfrequenzmaschinen gebaut haben.

Auszug aus dem Fachbuch «Radios von gestern»
(Ernst Erb)

Wir haben die Seitennummerierung so eingesetzt, dass sie dem Buch entspricht. Damit können sich Leerstellen (zu Beginn oder am Ende) ergeben.

Sie sind eingeladen, Fehler in diesem Buch zu melden oder den fachartikeln Zusätze in Ihrem Namen anzufügen. Dazu können wir Ihnen die Schreibrechte einstellen. Fehlerkorrekturen möchten wir in einem günstigen Arbeitsbuch mit einfließen lassen, sobald die jetzige Form (3.Auflage) ausverkauft ist. Zusatzartikel verbleiben aber hier, da wir die Seiteneinteilung grundsätzlich auch im neuen Buch einhalten wollen.

Benutzen Sie das Feldstecher-Symbol, um Suchbegriffe sofort zu finden.

Kritiken über das Buch finden Sie über www.amazon.de. Bestellen können Sie es direkt bei der Verlagsauslieferung, die täglich per Post gegen Rechnung Bücher ausliefert: HEROLD-Oberhaching@t-online.de oder HEROLD@herold-va.de. Da ist auch der Radiokatalog Band 1 zu haben.

Copyright Ernst Erb

www.radiomuseum.org