

PRAKTIKER DES 19. JAHRHUNDERTS

Die Erkenntnisse der letzten Jahrhunderte brachten uns die Grundlagen, mit Hilfe derer im 19. Jahrhundert ein voll funktionstüchtiges Telegraf- und Telefonsystem entstand. Diese beiden drahtgebundenen Übermittlungssysteme bilden die direkten Vorgänger des Rundfunks, obwohl man mit den darauf folgenden Erfindungen zunächst nur die lästigen Drähte für die Telegrafen einsparen wollte.

1802

Sir Humphry **Davy** unternimmt wichtige Versuche an **Elektrolyten** [136].

Ritter habe kurz zuvor den Akkumulator entdeckt - schreibt man in [149] (siehe 1859).

1809

Arago entdeckt, dass Eisen magnetisch wird, wenn es von einem stromführenden Draht umgeben ist.

1813 Bogenlampe

Davy erfindet den **Kohlelichtbogen**, den Poulsen 1902-03 zum Lichtbogensender entwickelt. **Davy** zeigt, dass man durch zwei an eine hohe elektrische Spannung gelegte, voneinander getrennte Kohlestäbe einen **Lichtbogen** entstehen lassen kann. Die Lichtbogenlampe findet vor dem Lichtbogensender für spezielle Beleuchtungen breiten Einsatz und kommt heute noch in vielen Kinos bei den Projektionsapparaten vor.

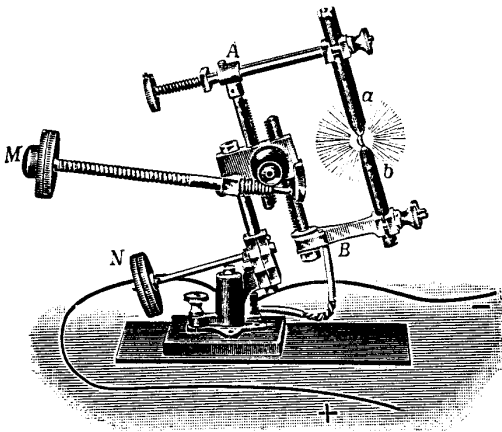


Bild «Z1» E32 [202-105]
Kohle-Lichtbogenlampe

1819 Elektromagnet

Oersted entdeckt den **Elektromagnetismus** und veröffentlicht seine systematische Arbeit 1820. Er lenkt durch einen in der Nähe fließenden elektrischen Strom eine Magnetnadel ab; das «**Nadelgalvanoskop** der ersten Generation» entsteht.

1820

Johann Salomo Christian **Schweigger** (Lenthe bei Hannover 1779-1857 Halle, Saale) erfindet mit dem **Multiplikator** das «Galvanoskop der zweiten Generation», indem er die Kompassnadel der Anordnung von **Oersted** mehrmals mit einem Draht umwickelt.

Ampère regt einen **Telegraphenapparat** an, der auf der Ablenkung der Magnetnadel durch elektrischen Strom basiert. Eine ähnliche Konstruktion schlagen 1825 **Schweigger** und 1829 **Fechner** vor [111]. 1830 demonstriert **Ritchie** in London ein kleines Modell eines **Multiplikator-Telegraphen** [240].

1821

Johann Christian **Poggendorff** (ca. 1796-1877 Berlin) gibt 1821 die Erfindung eines **Galvanometers** bekannt (siehe aber **Schweigger**), 1826 die «**Spiegelablesung** an sich drehenden Messinstrumenten» [149]. William **Thomson** baut schliesslich 1855 das Spiegelgalvanometer.

1822

Ampère findet bei der Wiederholung der Versuche von **Oersted**, dass ein von einem elektrischen Strom durchflossenes «Solenoid» (ein rohrartig aufgewickelter Draht) wie ein Stabmagnet wirkt. Er verstärkt die Wirkung, indem er in das Innere des Solenoids einen Stab aus magnetisch weichem Eisen taucht [240].

1825

Sturgeon biegt den Eisenstab von Ampère in die Form eines **Hufeisens** und erzielt damit stärkere Kräfte.

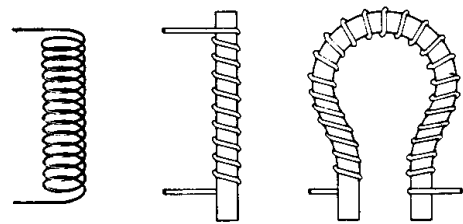


Bild «Z1» E1 [240-262]
Entwicklung der Elektromagnete
Solenoid (Spule von Ampère), Hufeisenmagnet von Sturgeon

Nobili steigert die Empfindlichkeit des Messinstruments von **Schweigger/Poggendorff** ganz wesentlich. Er bringt ausserhalb der Spule eine zweite, entgegengesetzt gerichtete Magnetnadel an und verwendet das kleine Torsionsmoment eines dünnen Seidenfadens statt der grossen Rückstellkraft des Erdmagnetfeldes. Damit schafft er das «**Galvanoskop** der dritten Generation». 1831 Induktion

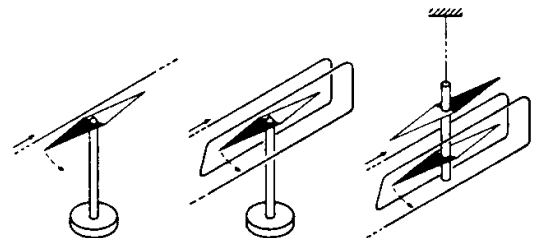


Bild «Z1» E2 [240-262]
Die drei Generationen der Nadelgalvanoskope

Faraday beschreibt am 29.8. seine Konstruktion eines **Ringkerntransformators**, bei dem er durch Ein- und Ausschalten eines Gleichstroms die elektromagnetische Induktion studiert. Ein lange vermuteter Zusammenhang zwischen Magnetismus und Elektrizität ist damit experimentell nachgewiesen. Später baut er auch ein Modell für eine **Dynamomaschine** (**Siemens** und **Wheatstone** 1867). Seine Studien bilden die Grundlage für Elektromotor und Transformator. 1834 bezeichnet er bei seinen Versuchen mit «Elektrolyten» Elektroden mit positiven **Anoden** und negativen **Kathoden** und nennt die elektrisierten Teilchen **Ionen**. Vor allem wegen seiner zahlreichen theoretischen Erkenntnisse benennt man die Masseinheit der Kapazität (C), das Farad (F), nach ihm (siehe «Theoretiker»).

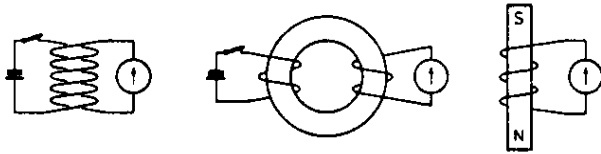


Bild «Z1» E34
Faradays Versuche: Zwei eng gekoppelte Luftspulen,
Ringkerntrafo und Spule auf Stabmagnet

Henry stellt die Regeln für die Dimensionierung von Elektromagneten grosser Tragkraft auf und weist ausdrücklich auf die Eignung von **Elektromagneten** für telegrafische Zwecke hin.

1835 Praktischer Telegrafengerät

Viele Versuche waren nötig, um die optischen Telegrafengeräte zu ersetzen. So 1731 durch **Du Fay** und St. **Gray**, 1774 durch G.L. **Lesage**, der einen isolierten Leiter benutzt. 1809 konstruiert Th. von **Sömmering** den **elektrochemischen Telegrafengerät**. Er verwendet 27 isolierte, in ein wassergefülltes Gefäss eingetauchte Drähte. Leitet er Batteriestrom durch einen der Drähte, teilt sich das Wasser durch Elektrolyse in Sauerstoff und Wasserstoff. Es steigen beim Draht für den entsprechenden Buchstaben Gasblasen auf. Mit seinem System gelingt es **Sömmering** 1811, durch die Isar bei München zu telegrafieren. Er verwendet dazu mit Siegelwachs isolierte Leitungen. Francis **Ronalds** (London 1788-1873) konstruiert in Hammersmith einen elektrischen Telegrafengerät, der mit einer Elektrisiermaschine arbeitet. Er scheitert an der britischen Admiralität, die nur an optischen Telegrafengeräten interessiert ist. Weitere Versuche: 1820 **Ampère**, 1826 Harrison **Gray**, 1827 Joseph **Henry**, 1829 **Fechner** etc. Verschiedene Experimentatoren errichteten private Verbindungen.

Z.B. nehmen 1833 Carl Friedrich **Gauss** und Wilhelm **Weber** ihren gemeinsam entwickelten elektromagnetischen **Telegrafengerät** in Betrieb. Sie legen von der Sternwarte zum Physikalischen Institut in Göttingen zwei Drähte über einen Kilometer Entfernung und arbeiten mit Induktionsspule und Spiegel als Ableseinstrument (Spiegelgalvanometer, siehe 1855). Diese experimentelle telegrafische Verbindung halten sie bis 1838 aufrecht.

Baron Paul (Pawel Lwowisch) **Schilling** von Canstatt, ein russischer Diplomat (Reval, Estland 1786-1837 St. Petersburg, Russland), konstruiert den **elektromagnetischen Nadeltelegrafengerät**, den er 1832 dem Zaren und 1835 in Bonn vorführt. 1836 führt er telegrafische Versuche in Wien durch [240]. Während des Baus einer Telegrafengerätlinie von St. Petersburg nach Zarskoje Sselo (etwa 30 km Distanz) stirbt **Schilling**. 1843 setzt **Jacobi** die Linie in Betrieb [233].

Samuel Finley Breese **Morse**, Maler (Charlestown, Mass. 1791-1872 Poughkeepsie, NY), erfindet schliesslich 1835 den **Schreibtelegrafengerät**, den er am 4.9.1837 in den Räumen der Universität erfolgreich vorführt und am 6.10.1837 zum Patent anmeldet. Für die praktische Herstellung von Elektromagneten unterstützt ihn Prof. **Gale**.

Am 7.4.1838 erhält er das US-Patent. Das erste Gerät baut er mit Teilen einer Staffelei; ein Bleistift (später eine Metallspitze) ritzt Striche auf einen Streifen Papier. Ein Feder-Uhrwerk lässt einen Papierstreifen kontinuierlich am «Schreibgerät» vorbeilaufen, das durch das Anziehen des Magneten - beim Auftreten von Zeichen - eine Zickzack-Linie beschreibt. Die Anzahl Winkel bedeutet eine Ziffer von 0-9. Auf Grund der Zifferfolgen lassen sich die Worte im telegrafischen Wörterbuch herausuchen. Auf diese Weise erfolgt gemäss [111-51] der Versuch vom 4.9.1837.

Weitere Verbesserungen realisiert er mit Unterstützung von **Gale** und Alfred **Vail**: Bald benutzt man Tinte, **Morse-Taste** (Patent 20.6.1840) und **Morse-Code** (1840). Am 3.5.1843 genehmigt der amerikanische Kongress den Bau einer Telegrafengerätlinie. Erst jetzt kann **Morse** mit seinem Partner **Vail** die **offizielle Telegrafengerätlinie** zwischen Baltimore und Washington realisieren. Die Linie eröffnet man am 27.5.1844 [233]. **Morse** entwickelt auch den **Morse-Ticker (Klopfer)**, um Signale leicht zu erkennen und 1845 das **Morse-Relais**, um schwache Signale durch eine Lokalbatterie zu verstärken [131]. Die Telegrafengerätlinie - meist im Zusammenhang mit Eisenbahnen verwendet - bedeutet das erste praktische Resultat der Elektrizitätsanwendung für die Öffentlichkeit und eröffnet eine eigentliche **Elektroindustrie**.

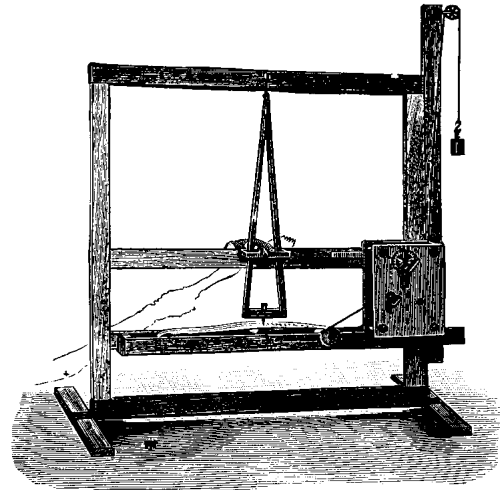


Bild «Z1» E6 [104-192]
Erster Morse-Apparat, aus seiner Zeichenstaffelei gefertigt

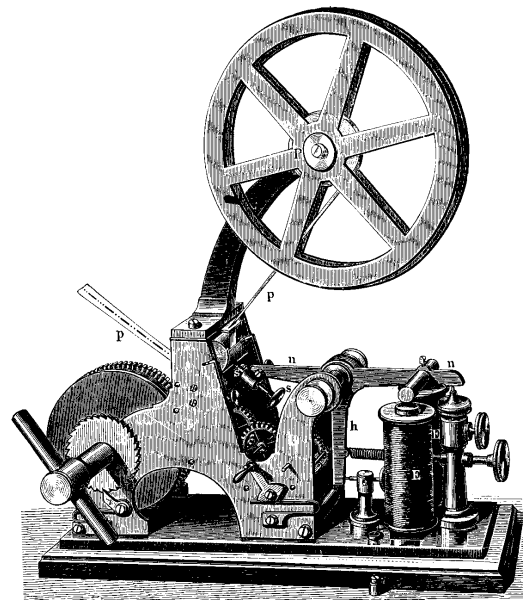


Bild «Z1» E7 [104-194]
Verbesserter Morse-Apparat

Die Leistung des **Drei-Nadel-Telegrafengerät** mit dreistelligem ternären Parallel-Code von William Fothergill **Cooke** (1806-1879), 1836 erbaut, befriedigt den Erfinder nicht und veranlasst ihn, im Frühjahr 1837 mit Charles **Wheatstone** (Gloucester 1802-1875 Paris) Kontakt aufzunehmen. Die Männer patentieren am 12.6.37 gemeinsam einen **Fünf-Nadel-Telegrafengerät** (Nr. 7390). Im Vergleich zu bestehenden Nadeltelegrafengeräten

hat ihr System den Vorteil, dass es Buchstaben direkt anzeigt [240]. Man benutzt das Gerät ab 25.7.1837 einige Jahre in England - und erreicht 1840 eine Strecke von 75 km [111]. 1843 bildet es die **erste öffentlich benutzbare Telegrafelinie**. Es folgt bald ein **Ein-Nadel-Telegraf** der beiden Partner. Dieser findet ab 1846 bei der Eisenbahn Verwendung. Im selben Jahr nimmt auch Belgien zwischen Antwerpen und Brüssel einen Telegrafen des gleichen Typs in Betrieb [149]. Den Ein-Nadel-Telegrafen benutzt die britische Bahn bis zum Zweiten Weltkrieg. Mit der Erfindung der **Messbrücke**, Bestimmung der Geschwindigkeit der Elektrizität mit **Drehspiegel** 1833, aber auch durch die Anregung des Stereoskops sowie des Baro- und Thermografen, der elektrischen Uhr etc. holt sich **Wheatstone** Erfolge. Er erhält darum den Titel Sir.

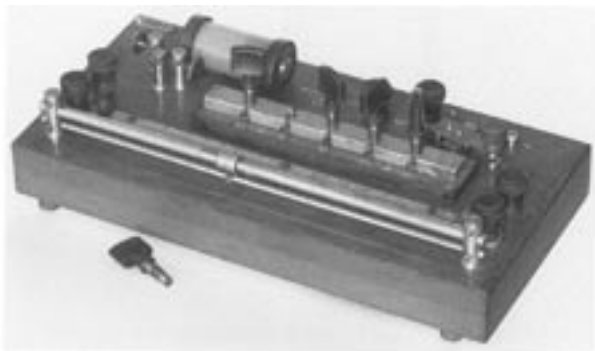


Bild «Z1» E70 [Sammlung Erb/Heigl]
Frühe Messbrücke von Hartmann & Braun AG (D)

Carl August **Steinheil** (Rappoltsweiler, Elsass 1801-1870 München) führt 1838 **König Ludwig I. von Bayern** einen eigenen Schreibtelegrafen vor, den er 1837 (oder 1836 gemäss [111] mit einer 12 km langen Linie) entwickelte [149]. **Gauss** und **Weber** baten ihn, ihr Verfahren zu vervollkommen. Sein System kann sich nicht durchsetzen. 1849 erhält er in Wien den Posten als Chef des Telegrafendepartementes und ist auch in der Schweiz tätig.

In [149] steht, dass der deutsche Telegrafbeamte Friedrich Clemens **Gerke** am 1.7.1852 das «Morse-Schrift-Alphabet» erfunden habe und [83021] versetzt die «Gerke-Erfindung» sogar in das Jahr 1834... Richtig ist, dass der Amerikaner William **Robinson** 1847 den verbesserten Morse-Apparat nach Deutschland bringt, wo er 1848 zunächst auf der Linie Cuxhaven-Hamburg zum Einsatz kommt. 1849 folgt die Linie zwischen Berlin und Hamburg. Darauf beschliessen die deutsch-österreichischen Telegrafenvereine, diesen Apparat mit der Morse-Schrift bei allen Linien in Betrieb zu stellen. Die ersten Telegrafengeräte in Österreich bestanden aus Bainschen Nadelgeräten (siehe Jahr 1843). Die Sowjetunion sieht in **Schilling** mit einigem Recht den «Vater der elektrischen Telegrafie» [149]. Er realisiert die erste dauerhafte und wirtschaftlich genutzte elektrische Telegrafelinie. Der Schreibtelegraf von **Morse** ist den vorherigen Konstruktionen wesentlich überlegen und setzt sich in der Folge überall durch. Es folgen der **Typendruck-Telegraf** von David Edwin **Hughes** (London 1831-1900 London - ab 1838 längere Zeit in den USA) im Jahre 1855, der **Maschinen-telegraf** von Sir Charles **Wheatstone** im Jahre 1867 (spätere Verbesserungen durch **Murray**, **Pollak** und **Birag**), das Telegrafensystem mit fünfstelligem Binärcode von **Baudot** 1874, der **Schnelltelegraf** (**Siemens**, **Creed** u.A.), Telex etc.

1836

John Frederic **Daniell** entwickelt eine Batterie, die den Anforderungen des Telegrafensbetriebs genügt.

1837

Steinheil gibt der Fachwelt bekannt, dass die Erde als Rückleiter dienen kann. Dies ist eine Entdeckung von **Winkler** aus dem Jahr 1744, die offenbar weitgehend vergessen wurde, denn auch **Morse** arbeitet anfangs mit zwei Leitern [149].

1838

Rosenschöld entdeckt angeblich [83021] den **Kohärer** (**Fritter**, **Cohärer**), den Edouard **Branly** 1890 als Mittel zur HF-Detektion einführt. Diese Quelle meint wohl den Amerikaner P.S. Munk af **Rosenskjöld**, der gemäss [241] bereits ein mit Metallspänen gefülltes Glasrohr verwendet, um zu zeigen, dass sich die Teile zusammenfrühen, wenn Strom durchfliessen kann und eine Erschütterung dies wieder aufhebt. Wahrscheinlicher ist die Darstellung, dass **Rosenskjöld** 1835 Messingspäne auf zwei voneinander isolierte Platten streut, die durch Einwirkung elektrischer Felder vom hoch- zum niederohmigen Zustand verschweissen.

1839 Fotografie

Dominique François **Arago** (Estagel 1786-1853 Paris) gibt in Paris die Erfindung der **Fotografie** durch den verstorbenen Joseph N. **Niépce** (1765-1833) und Louis Jacques Mandé **Daguerre** (1787-1851) bekannt. Nach dem Tod des Compagnons propagiert **Daguerre** die Fotografie [149]. **Arago** hat 1809 entdeckt, dass Eisen magnetisch wird, wenn es von einem stromdurchflossenen Draht umgeben ist. Er zeigte ebenfalls, dass eine sich drehende Kupferscheibe eine über ihr angebrachte Magnethöhle mitnimmt (**Arago-Effekt**) [190].

1840 HF-Schwingungen

Joseph **Henry** (Albany NY 1797-1878 Washington) erzeugt mit sehr grossen Kupferdrahtspulen hochfrequente elektromagnetische Schwingungen. 1842 beschreibt er, wie die Kondensatorladung einen **Schwingungsvorgang** hervorruft. [127]

Die Einheit der **Induktivität** (L) heisst Henry (H): Eine Spule besitzt die Selbstinduktion 1 H, wenn sie bei Änderung der Stromstärke um 1 A pro Sekunde eine Spannung von 1 V induziert.

1841

Bunsen führt das **Zink-Kohle-Element** als Batterie ein und Poggendorff/Grenet erfinden 1842 das Chromsäure-Element.

1843

Alexander **Bain** (ca. 1810-1877 Broomhill), ein schottischer Uhrmacher, schlägt eine **elektrische Bildübertragung** mit zeilenweiser Abtastung vor [127]. Mit wenigen Verbesserungen von **Caselli** kommt sie 1863-1868 auf der Strecke Paris-Lyon zum Einsatz. Gemäss [241] unternimmt **Bain** 1845 erste **Versuche drahtloser Telegrafie** in London. 1846 führt er den **Lochstreifen** (gelochten Papierstreifen) in die elektrische Telegrafie ein [149] und baut Nadeltelegrafen.

1845

Ezra **Cornell** legt das erste **unterseeische Kabel** zwischen New York und dem 12 Meilen entfernten Fort Lee [111].

1849

Wilkins erfindet angeblich das **Kohlekörner-Mikrofon**. Gemäss [233] schlägt der englische Telegrafeningenieur J. **Wilkins** 1849 vor, eine drahtlose Kommunikation zwischen England und Frankreich zu errichten. Er möchte auf beiden Seiten des Kanals geerdete, lange Leitungen als Sender und Empfänger aufbauen lassen. Erst **Preece** (siehe unter 1882) beschäftigt sich ab 1880 mit dieser Idee und berichtet 1886 über Versuche, mit

denen er die drahtlose Übertragung von Signalen bis auf eine Entfernung von 40 Meilen erzielt.

1850 Funkeninduktor

Heinrich Daniel **Rühmkorff** (Hannover 1803-1877 Paris) entwickelt in Paris einen **Funkeninduktor**, mit dem sehr hohe Spannungen zu erreichen sind. Der Funkeninduktor bildet um die Jahrhundertwende ein Hauptelement für die drahtlose Telegrafie. Die Induktionsspule, ein Teil des Funkeninduktors, ist wesentlich länger bekannt. Wahrscheinlich sind es neben **Henry**, 1840, **Bréguet** und **Masson**, die 1841 erste Induktionsspulen bauen. **Rühmkorff** gelangt mit den Produkten seiner mechanischen Werkstatt in Paris zu Weltruf.

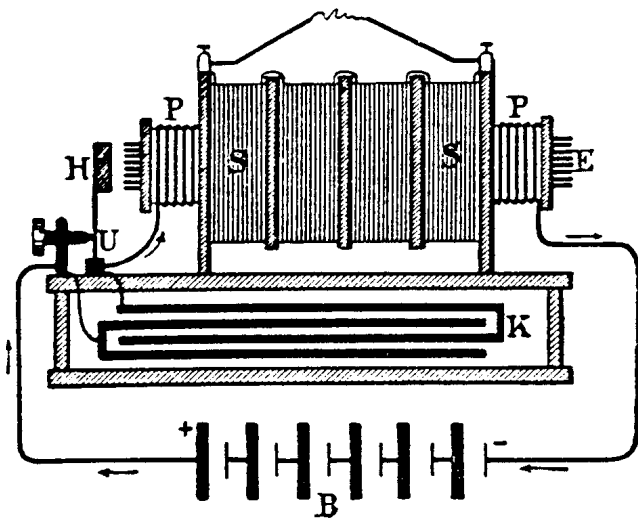


Bild «Z1» E35 [109-239]
Funkeninduktor nach Rühmkorff mit Hammer (H), Unterbrecher (U), Kondensator (K), Eisenstäben (E),

Der **Induktionsapparat** besteht aus einer primären, dickdrahtigen Spule PP von geringer Windungszahl. Im Hohlraum der Spule befindet sich ein Bündel von Eisendrähnen E. Die Sekundärspule SS mit vielen Windungen eines gut isolierten, dünnen Drahtes, ist bei besseren Modellen in zusätzlich isolierten Kammern um die Primärspule angeordnet. Das An- und Abschalten des Primärstromes ruft Induktionsströme hervor.

Die beiden Pole eines Blätterkondensators K überbrücken die Unterbrechungsstelle U der Primärleitung.

Bei kleineren Funkeninduktoren erreicht der **Wagnersche Hammer** H rasches Unterbrechen und Schliessen des Primärstromes. Für grössere Induktoren dient der Motor- oder elektrolytische Unterbrecher.

Beim **Motorunterbrecher** taucht ein Exzenter einen Metallstift mit Platinspitze in rascher Folge in ein Gefäss mit Quecksilber. Beim **elektrolytischen Unterbrecher** fliesst der Primärstrom unter Benutzung einer kurzen Platinspitze als Anode und einer Bleiplatte als Kathode durch verdünnte Schwefelsäure. Der Draht mit der Platinspitze ist isoliert und lediglich die Spitze entblösst, um einen ganz kleinen Querschnitt für den Strom zu erreichen. Der Elektrolyt erhitzt sich dort so stark, dass an der Spitze eine kleine Gaswolke entsteht. Das Gas unterbricht den Strom, worauf der Elektrolyt wieder in flüssigen Zustand übergeht. Die Folge beginnt von neuem - bis zu 2000 mal pro Sekunde. Der primäre Kondensator wird dadurch entbehrlich [109].

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@heroldva.de. Da ist auch der Radiokatalog Band 1 zu haben.

Copyright Ernst Erb

www.radiomuseum.org