

# Telegraphie, Telephonie und Radiotelegraphie.

Von Postrat E. Schewe, Braunschweig.

## A. Telegraph.

### 1. Allgemeines.

Zu den wichtigsten Nachrichtenmitteln zählen der Telegraph und der Fernsprecher. Sie sind in ihrer heutigen Form zwar noch jungen Datums, trotzdem aber die ältesten Vertreter der angewandten Elektrizität. Ihre Entwicklung ist den Forschungen hervorragender Gelehrter und der Erfindungsgabe geschickter Techniker zu verdanken; unter diesen Forschern sind zu nennen: der Münchener von Sömmering, der russische Staatsrat Baron Schilling von Canstatt, die Göttinger Professoren Gauß und Weber, der Münchener Professor Steinheil, die Engländer Cook und Wheatstone, der Amerikaner Morse und der englische Professor Hughes. Sömmering erbaute, angeregt durch das Studium der von Galvani und Volta Ende des 18. Jahrhunderts entdeckten galvanischen Elektrizität, 1809 seinen auf chemischer Wirkung beruhenden Apparat. Er benutzte die Eigenschaft des elektrischen Stromes, beim Durchgang durch schwach angesäuertes Wasser dieses in Wasserstoff und Sauerstoff zu zerlegen. Diese Reaktion ging an 27 Metallstiften vor sich; die Metallstifte des Gebers und Empfängers waren durch 27 isolierte Drähte miteinander verbunden. Dabei entsprach jeder Metallstift einem Zeichen, und die Art des telegraphierten Zeichens ließ sich an dem Stift erkennen, der beim Empfänger eine Gasentwicklung zeigte, wenn das Leitungsende am Geber mit der Batterie verbunden wurde. Die große Anzahl von Drähten zwischen Send- und Empfangsstation sowie die Umständlichkeit der Bedienung des Apparates waren wohl das Hindernis, an dem die praktische Verwertung scheiterte.

Eine erheblich einfachere Gestalt zeigte bereits der 1832—35 erbaute *Nadeltelegraph* des russischen Staatsrats Schilling von Canstatt, der sich die Entdeckung des dänischen Forschers Oerstedt zunutze machte, nämlich die Ablenkung einer Magnetnadel durch den galvanischen Strom. Schilling verwendete einen sogenannten Multiplikator, d. h. einen Holzrahmen mit daraufgewickelten zahlreichen Windungen isolierten Drahtes, und eine innerhalb des Multiplikators schwingende Magnetnadel. Letztere (1 der Fig. 1286) hing an einem Seidenfaden und war durch ein Holzstäbchen 2 mit der Pappscheibe 3 verbunden, so daß diese die Ausschläge der Nadel anzeigte, sobald Strom durch die Multiplikatorwindungen 4 floß. Nur in diesem Falle zeigte die Pappscheibe dem Beschauer die weiße Fläche, die mit einem senkrechten oder wagerechten Strich markiert war. Schilling verwendete bei seinem Apparat fünf Nadeln, wozu er fünf Drähte und einen gemeinsamen Rückleitungsdraht — im ganzen also sechs Drähte — benötigte, und bildete ein Zeichensystem mit Hilfe von Kombinationen der aufeinanderfolgenden Ablenkungen verschiedener Nadeln. Er erhielt 1837 den Auftrag, eine Telegraphenanlage zwischen Kronstadt und Peterhof

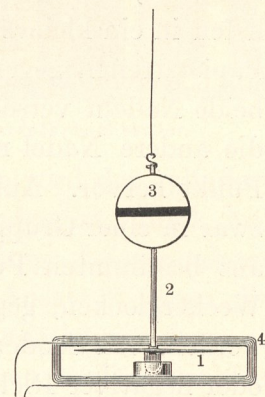


Fig. 1286. Nadeltelegraph von Schilling v. Canstatt.

zu bauen, starb aber vor der Ausführung. Das Original des Apparates befindet sich in der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg.

Den ersten praktischen Erfolg errang der elektrische Telegraph im Dienste der Wissenschaft (1833—38). Die Göttinger Professoren Gauß und Weber verbanden ihre Laboratorien im physikalischen Kabinett der Universität und in der Sternwarte durch eine doppeldrätige Leitung, um Beobachtungen auszutauschen. Als Empfänger wurde ein schwerer, innerhalb eines Multiplikatorrahmens horizontal schwebender, kräftiger Stahlmagnet benutzt, der durch die in den Multiplikatorwindungen fließenden elektrischen Ströme je nach deren Richtung nach der einen oder anderen Seite abgelenkt wurde. Einzelne Ablenkungen nach rechts und links oder Gruppen solcher Ablenkungen übermittelten nach bestimmten Verabredungen Buchstaben und Zahlen. Den zur Hervorbringung der Ablenkung nach verschiedenen Seiten erforderlichen Wechsel der Stromrichtung erzielten sie durch einen von Gauß erdachten Stromwender (Kommutator), mit dem man die Pole des benutzten galvanischen Instrumentes umwechseln konnte. Zum Senden dienten auch die Induktionsströme eines magnetelektrischen Apparates aus einem Rahmen mit Drahtumwindungen, in die ein Eisenstab schnell hinein- und wieder herausgeführt wurde.

Auf Veranlassung von Gauß und Weber beschäftigte sich Professor Steinheil in München mit der weiteren Vervollkommnung des Apparates. Es gelang ihm bereits 1836, einen betriebsfähigen Telegraphen herzustellen, der sowohl hörbare als auch sichtbar bleibende Zeichen lieferte. Der Empfänger dieses Apparates war ein Multiplikator, in dessen kreisförmigen Rahmen sich zwei kleine, drehbar gelagerte und mit entgegengesetztem Pol einander zugekehrte Magnetnadeln befanden, von denen je ein Pol mit einem hakenförmigen Ansatz versehen war. Beide Ansätze liefen in ein kleines Farbgefäß mit offener Spitze aus. Diese Spitzen standen einem bandförmigen Papierstreifen gegenüber, den ein Uhrwerk fortbewegte. Durch einen elektrischen Strom wurden beide Nadeln verschieden abgelenkt; je nach der Richtung des Stromes berührte die eine oder die andere Nadel mit ihrem Schreibansatz den Papierstreifen und brachte dort einen farbigen Punkt hervor. Auf dem Papierstreifen erschienen so in zwei verschiedenen Reihen Punkte, und zwar in einer Gruppierung, die der Richtung der Sendeströme entsprach. Die Buchstaben wurden aus bestimmten Punktgruppen gebildet. Bei Anwendung von zwei verschiedenen klingenden Weckerglocken, gegen welche die Magnetnadeln anschlügen, konnten die Zeichen auch abgehört werden. Als Sender diente ein magnetelektrischer Apparat, mit dem Induktionsströme positiver oder negativer Richtung abgegeben wurden. Unter Verwendung dieses Apparates erbaute Steinheil 1837 eine Telegraphenanlage zwischen München und Bogenhausen mit zwei Drähten für Hin- und Rückleitung; später fand er, daß eine Rückleitung nicht erforderlich sei, sondern die Erde zum Ausgleich des Stromes benutzt werden konnte. Diese Entdeckung, daß für Telegraphenleitungen ein Draht genügt, wurde für die weitere Entwicklung der Telegraphie von großer Bedeutung.

Der oben beschriebene Nadeltelegraph von Schilling wurde das Vorbild verschiedener Nadeltelegraphen, die die Engländer Cook und Wheatstone erbauten. 1837 entstand der *Fünfnadeltelegraph*; er besaß fünf senkrecht schwingende Magnetnadeln und benötigte zu seinem Betriebe fünf Hinleitungen und eine Rückleitung. Als Stromerzeuger dienten galvanische Elemente; zur Schließung des Stromes wurde ein Tastenapparat mit sechs Tasten verwendet, von denen immer zwei zusammen gedrückt wurden, um zwei Nadeln des Empfängers gleichzeitig abzulenken. Der Schnittpunkt der beiden gleichzeitig abgelenkten Nadeln bezeichnete den übermittelten Buchstaben.

Eine große Verbreitung fanden die von Wheatstone erbauten Ein- und Zweinadel-Telegraphen, bei denen aus nacheinander folgenden Ausschlägen nach rechts und links die Buchstaben und Zahlen kombiniert wurden. Einnadel-Telegraphen waren bis in die Neuzeit hinein im Gebrauch; sie arbeiteten rasch und zuverlässig.

Wheatstone konstruierte 1839 auch den ersten *Zeigertelegraphen*, bei dem der elektrische Strom zum ersten Male in der Telegraphie zur Erregung eines Elektromagnets benutzt wurde. Am Empfänger befand sich ein feststehender Ring, auf dem die Buchstaben und Zahlen in

bestimmter Anordnung geschrieben waren; vor dem Ringe kreiste ein Zeiger, der auf dem Buchstaben festgehalten wurde, der übermittelt werden sollte. Bewerkstelligt wurde dies dadurch, daß ein mit dem Anker des Empfangselektromagnets verbundener doppelseitiger Sperrhaken den durch Gewichtsantrieb gedrehten Zeiger so weit schrittweise fortschalten ließ, bis der betreffende Buchstabe erreicht war. Am Sender befand sich ein gleiches Buchstabenrad, das mit der Batterie verbunden war. Zur Zeichensendung wurde es so weit gedreht, bis ein vor ihm angebrachter feststehender Zeiger auf den zu übermittelnden Buchstaben wies. Dabei traten die am Radumfang angebrachten Ansätze mit zwei Federn, die mit den Leitungen verbunden waren, in Berührung und verursachten so viele Stromstöße, wie zur Fortschaltung des Zeigers des Empfängers nötig waren. Ähnliche Zeigertelegraphen wurden im fünften Jahrzehnt des vergangenen Jahrhunderts von verschiedenen Erfindern erbaut; sie wurden von dem heute am meisten verbreiteten Telegraphenapparat, dem *Morseapparat*, verdrängt.

## 2. Morseapparat.

Samuel Morse trat mit der Erfindung des nach ihm benannten elektromagnetischen Telegraphen 1837 in die Öffentlichkeit. Jedoch gelang es dem Erfinder erst nach mehrjähriger mühevoller Arbeit, seinen Apparat praktisch brauchbar zu machen. Im Jahre 1844 begannen die Eisenbahnverwaltungen in Amerika und England den Morsetelegraphen einzuführen; um 1848 trat er seinen Siegeszug auf dem europäischen Festland an. Die erste Form war die eines *Reliefschreibers*, wobei ein Metallstift die Zeichen reliefartig in einen Papierstreifen eindrückte; sie ist verlassen und durch den *Farbschreiber* ersetzt. Fig. 1287 zeigt diesen in einer weit verbreiteten Bauart. Die Hauptteile sind der elektromagnetische Teil, der Schreibhebel und die Papierführung mit dem Laufwerk. Durchläuft ein aus der Leitung kommender elektrischer Strom die beiden Elektromagnete 1, so wird der zylinderförmige Anker 2, der mit dem freien Ende des Schreibhebels 3 fest verbunden ist, durch Anziehung nach unten bewegt. Regulierschrauben begrenzen die Ankerbewegung; bei stromloser Leitung legt eine in dem hohlen Zylinder 14 befindliche Spiralfeder den Ansatz 3 gegen die obere Regulierschraube. Der Schreibhebel setzt sich im Innern des Messinggehäuses fort; er trägt am anderen Ende das in einen Farbkasten 12 eintauchende Schreibrädchen 4. Der aus den Teilen 5, 6 und 3 zusammengesetzte Schreibhebel kann durch eine im Innern des Gehäuses befindliche Stellvorrichtung 13 als ein zweiarmiger Hebel eingestellt oder in zwei zweiarmige Hebel zerlegt werden. Im ersten Fall wird das Schreibrädchen nach oben gegen den über Walzen 7, 8, 9 und 10 geführten Papierstreifen bewegt, wenn der Anker 2 von den Elektromagneten angezogen wird; im zweiten Fall erfolgt die Aufwärtsbewegung des Schreibrädchens, wenn der Anker von den Elektromagneten losgelassen und durch die erwähnte Spiralfeder nach oben gezogen wird. Diese Form wird bei *Ruhestromschaltung*, d. h. beim Telegraphieren durch Unterbrechen des im Ruhezustande die Leitung durchlaufenden Stromes, jene bei *Arbeitsstromschaltung*, d. h. beim Telegraphieren durch Schließen des Stromkreises, verwendet. Der Papierstreifen befindet sich auf einer drehbaren Rolle im Untersatzkasten des Apparates und wird durch ein Laufwerk abgewickelt. Beim Aufwärtsschnellen des Schreibrädchens 4, das vom Laufwerk in drehende Bewegung versetzt wird, entsteht, je nach der Länge des Telegraphierzeichens, ein farbiger Punkt oder ein Strich. Das Laufwerk besteht aus einer im Trommelgehäuse 11 befindlichen Triebfeder und einem im Gehäuse sitzenden Räderwerk, das den Antrieb auf die Papierwalzen überträgt. Durch einen Hebel kann das Laufwerk abgestellt oder angelassen werden, und zwar meistens mit der Hand, in besonderen Fällen aber auch automatisch durch Hebelübertragung vom Anker des Elektromagnets aus (*Selbstausslösung*). Das Räderwerk ist in Fig. 1288 dargestellt; das windmühlenartige Regulierwerk 1 mit den Flügeln 2 und der

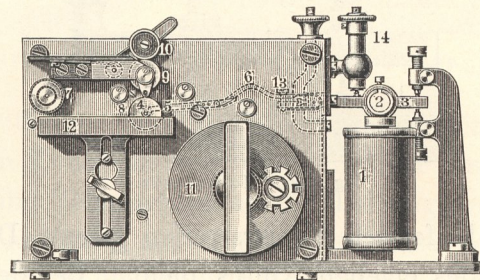


Fig. 1287. Morsefarbschreiber.

Spannfeder 3 sichert eine gleichförmige Bewegung. Die Zeichen des Morseapparates sind aus Punkten und Strichen zusammengesetzt, z. B. bedeutet  $\cdot$  — a, — — m,  $\cdot$  e,  $\cdot \cdot \cdot$  s, — —  $\cdot \cdot \cdot$  z, — — — —  $\cdot \cdot \cdot$  8,  $\cdot$  — — — — , (Komma).

Zum Schließen und Öffnen des Stromkreises dient die aus drei Schienen und einem darüber gelagerten drehbaren Hebel bestehende *Morsetaste* (Fig. 1289).

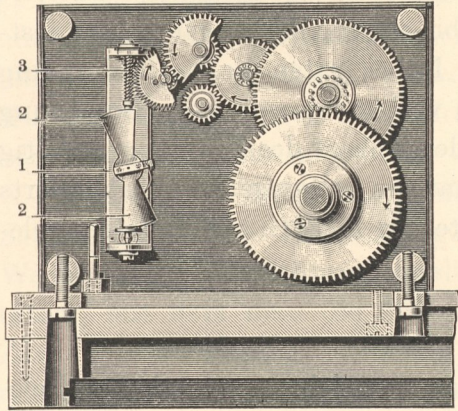


Fig. 1288. Räderwerk des Morseapparates.

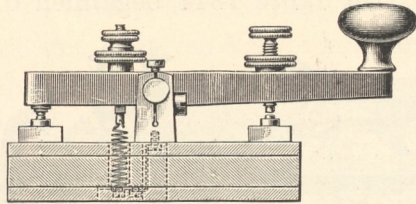


Fig. 1289. Morsetaste.

Den Unterschied zwischen der Ruhe- und Arbeitstromschaltung zeigen die Stromlaufskizzen in Fig. 1290 u. 1291. Bei der Arbeitstromschaltung ist die Batterie 5 mit einem Pol über die Klemmen 3 und 1 mit der Erde 11 verbunden, mit dem anderen Pol über Klemme 4 an die vordere Schiene (Arbeitsschiene) der Taste 6 geführt. Erst wenn deren Hebel nach vorn niedergedrückt wird, fließt Strom aus der Batterie über die vordere Tastenschiene von 6, den Tastenhebel, den Stromanzeiger (Galvanoskop) 7, linke Schiene des Blitzableiters 8 und Klemme 2 in die Leitung 9 zum fernen Amt. Der aus der Leitung 9 ankommende Strom des fernen Amtes nimmt den Weg über die Klemme 2, linke Platte des zur Ableitung atmosphärischer Elektrizität dienenden Blitzableiters 8, den Stromanzeiger 7, die Mittelschiene, den Tastenhebel und die Hinterschiene der Taste 6, die Elektromagnetrollen des Morseapparates 10, rechte Blitzableiterschiene und Klemme 1 zur Erde;

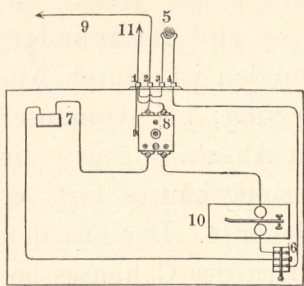


Fig. 1290. Endant einer Arbeitsstromleitung.

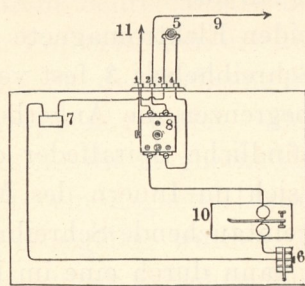


Fig. 1291. Endant einer Ruhestromleitung.

Der abgehende Telegraphierstrom durchläuft also den Apparat des eigenen Amtes nicht. Bei der Ruhestromschaltung (Fig. 1291) liegt die Batterie dauernd mit dem Apparat an der Leitung; der Stromverlauf ist im Ruhezustande: Leitung 9, Klemme 2, rechte Platte des Blitzableiters, Batterie 5, Klemme 3, Galvanoskop 7, Mittelschiene, Hebel und hintere Schiene der Taste 6, Elektromagnete des Apparates 10, linke Blitzableiterplatte, Erde 11. Wird der Tastenhebel niedergedrückt, so löst sich der Kontakt zwischen ihm und der hinteren Schiene; die Leitung wird stromlos, der Anker losgelassen und, da der Schreibhebel bei Ruhestromschaltung

in zwei zweiarmige Hebel zerlegt ist, das Schreibbrädchen gegen den Papierstreifen gehoben. Die Ruhestromschaltung wird für Leitungen mit zahlreichen Zwischenanstalten benutzt, die mit ihren

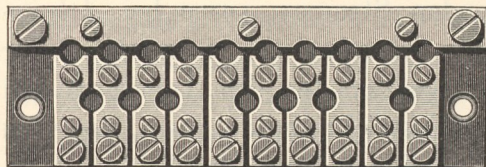


Fig. 1292. Stöpselumschalter.

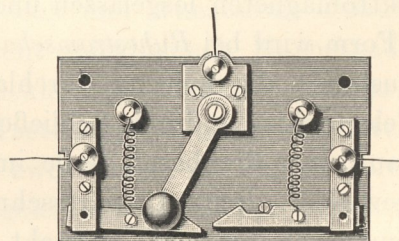


Fig. 1293. Kurbelumschalter.

Apparaten ohne weiteres in der gezeichneten Weise in die Leitung eingeschaltet werden; nur tritt an Stelle der Erdleitung 11 der zweite Leitungszweig. Die für Verbindungen zwischen größeren Anstalten meist benutzte Arbeitstromschaltung bedingt, daß bei Zwischenanstalten mittels besonderer Hilfsapparate (*Umschalter*) Trennstellen eingerichtet werden. Derartige Umschalter, teils *Stöpsel*, teils *Kurbelumschalter*, sind in Fig. 1292 und 1293 abgebildet.

Um die Betriebsapparate vor der Zerstörung durch Entladungen atmosphärischer Elektrizität zu schützen und das Bedienungspersonal vor Gefahren zu behüten, werden *Blitzableiter*

mannigfaltiger Art in die Leitungen eingeschaltet. Fig. 1294 zeigt einen *Plattenblitzableiter*. Die Leitung wird nach dem Stromlaufschema in den Fig. 1290 und 1291 mit den Leitungsplatten 1 und 2 verbunden. Die Oberflächen dieser Platten sind geriffelt; ihnen gegenüber steht die auf ihrer unteren Seite ebenfalls mit Riffeln versehene Deckplatte 3, die auf dem mit Erde verbundenen Rahmen 4 aufliegt. Die Riffeln der Deckplatte und der Leitungsplatten laufen senkrecht zueinander; zwischen beiden befindet sich nur ein schmaler Luftzwischenraum. Die Wirkung beruht auf der Erscheinung, daß die hochgespannte atmosphärische Elektrizität leicht kleine Luftzwischenräume durchschlägt, wenn ihr dadurch ein kürzerer Weg zur Erde geboten wird; das Durchschlagen findet besonders an einander gegenüberstehenden Spitzen statt. Zur Ausführung von Erdverbindungen und Direktverbindungen beider Leitungszweige sind Stöpsellöcher und der auf dem Knopf der Deckplatte sitzende Stöpsel vorgesehen. Eine andere Form des Blitzableiters stellt Fig. 1295 dar, den sogenannten *Luftleer-*

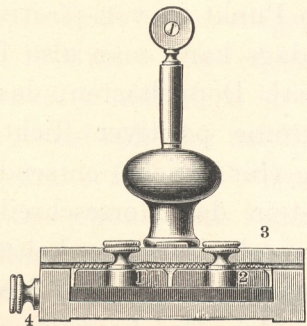


Fig. 1294. Plattenblitzableiter.

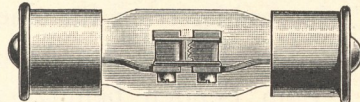


Fig. 1295. Luftleerblitzableiter.

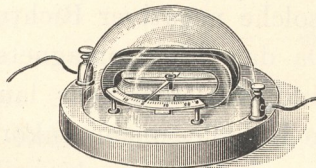


Fig. 1296. Galvanoskop.

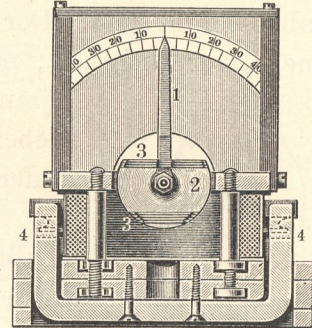


Fig. 1297. Galvanoskop.

*blitzableiter*: eine luftleer gepumpte Glaspatrone mit zwei seitlichen Metallkappen und zwei im Innern befindlichen, einander gegenüberstehenden, geriffelten Kohlenplatten, von denen die eine durch den Metallsteg mit der Erde verbunden, die andere im Nebenschluß an die Leitung angelegt wird. Die Patrone wird mit den Metallkappen zwischen zwei auf einem Porzellansockel stehende Metallfedern eingeklemmt. Die Wirkung des Luftleerblitzableiters ist besonders gut, weil hochgespannte Elektrizität im luftverdünnten Raum als Funke sehr leicht überschlägt. Die Luftleerblitzableiter verdrängen mehr und mehr die früheren Formen.

Die als Stromanzeiger dienenden *Galvanoskope* sind aus den Nadeltelegraphen hervorgegangen. Sie bestehen, wie diese, aus einem kleinen, mit einem Zeiger verbundenen Magnet, der sich innerhalb eines mit zahlreichen Windungen aus feinem isolierten Draht bewickelten Rahmens in senkrechter oder wagerechter Ebene drehen kann und je nach der Richtung der Telegraphierströme nach der einen oder anderen Seite abgelenkt wird. Der Zeiger schwingt über einer Grad-einteilung, so daß auch ungefähr die Stärke der Ströme zu erkennen ist. Fig. 1296 und 1297 zeigen zwei verschiedene Arten von Galvanoskopen. Bei dem letzteren Modell ist der Magnet durch ein kleines Solenoid aus feinen isolierten Drahtwindungen 3 ersetzt worden, die auf ein leichtes Aluminiumplättchen 2 aufgeklebt sind. Ihnen ist durch den kräftigen Stahlmagnet 4 eine bestimmte magnetische Kraft erteilt; sie werden mit dem Aluminiumplättchen, wenn der Telegraphierstrom die im Querschnitt sichtbare Wickelung des Rahmens durchläuft, wie ein Magnet so abgelenkt, daß der Zeiger 1 nach rechts oder links ausschlägt.

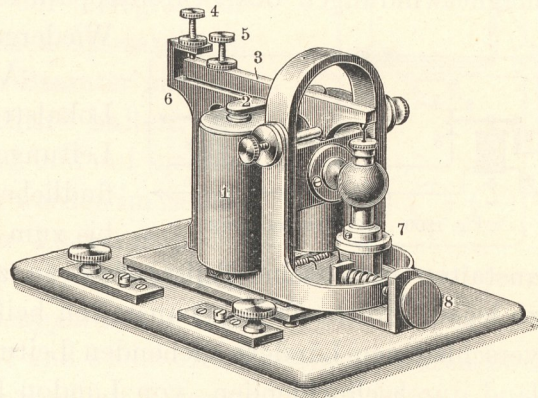


Fig. 1298. Klopferapparat.

An Stelle des oben beschriebenen Morsefarbschreibers findet in neuer Zeit vielfach auch der *Morseklopfer* Anwendung; bei diesem werden die Punkte und Striche an dem Anschlag des Ankers gegen die Kontaktschrauben abgehört. In Fig. 1298 bedeuten 1 die Elektromagnete, 2 den Anker, 3 den mit ihm verbundenen und in einem Joch drehbar gelagerten Ankerhebel, 4 eine Kontaktschraube zur Begrenzung der Hubhöhe, 5 die Anschlagschraube, die durch den Hebel hindurchragt und beim Anziehen des Ankers auf den Träger 6 klopfend aufschlägt. Im

Hohlzylinder 7 befindet sich eine Abreißfeder, die durch die Regulierschraube 8 angespannt wird und den Anker in der Ruhe gegen die obere Schraube legt. Der Klopfer wird meist in einer Schallkammer untergebracht, damit nur der bedienende Beamte die Zeichen hört, andere Beamte aber nicht gestört werden. Mit dem Klopfer läßt sich erheblich schneller arbeiten als mit dem Farbschreiber. Zur Abgabe der Zeichen in Klopferleitungen werden besonders leicht gebaute Tasten benutzt, die eine schnellere Handbewegung als die gewöhnlichen Morsetasten gestatten.

Eine besondere Form des Klopfers bildet der aus dem Einnadeltelegraphen hervorgegangene, namentlich in England gebräuchliche *Tin sounder*. Die in Fig. 1299 in der Mitte sichtbare Magnetnadel wird je nach der Richtung der Telegraphierströme nach rechts oder links abgelenkt und schlägt dabei gegen Ansätze zweier Blechröhrchen, die auf verschiedene Töne abgestimmt sind. Der Telegraphierstrom für einen Punkt ist von positiver, der für einen Strich negativer Richtung; nach dem Klange des Anschlags kann man also Punkte und Striche abhören. Zum Senden benutzt man Doppeltasten, das sind Tasten mit zwei Hebeln, von denen die eine Ströme positiver Richtung (für Punkte), die andere solche negativer Richtung (für Striche) entsendet.

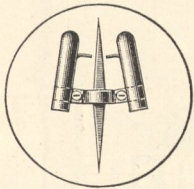


Fig. 1299.  
Besondere Art von  
Klopfer (Tin sounder).

Da das Elektromagnetsystem des Morseschreibers etwas schwerfällig bleibt und den über sehr langen oberirdischen Leitungen oder über unterirdischen Kabelleitungen ankommenden schwachen Strömen nicht mehr sicher folgt, so schaltet man bisweilen den Empfangsapparat nicht direkt in den Leitungsstromkreis ein, sondern anstatt dessen ein sogenanntes *Relais*, das feiner und leichter gebaut ist und auch auf schwächere Ströme sicher anspricht. Ein solcher Apparat besteht (Fig. 1300) aus dem Elektromagnet 1, dem Anker 2, der Abreißfeder 3 und den Kontakten 4 und 5. Der in der Leitung 6 ankommende Strom bewirkt, daß der Anker 2 angezogen und mit dem freien Ende seiner Zunge gegen den unteren Kontakt 5 gelegt wird. Dadurch schließt sich der Ortsstromkreis einer besonderen Ortsbatterie 7 über 3, 2, 5 und die Elektromagnetwindungen des Schreibapparates 8; dieser wird betätigt und liefert so die schriftliche Wiedergabe der Telegraphierzeichen.

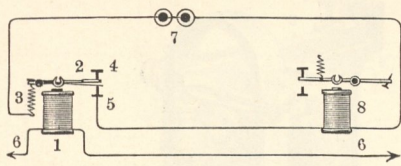


Fig. 1300. Relaisschaltung.

Aber nicht nur zum Schließen und Unterbrechen eines Lokalstromkreises dienen die Relais, sondern auch dazu, lange Leitungen, bei denen die Ströme der auf dem einen Ende befindlichen Sendebatterie überhaupt nicht in genügender Stärke bis zum anderen Ende gelangen können, an geeigneten Zwischenanstalten in einzelne Teilstrecken zu zerlegen und dort eine neue Stromquelle an die Leitung zu legen. Solche Zwischenanstalten heißen *Übertragungsämter*. Die dem großen Verkehr zwischen verschiedenen Ländern dienenden Leitungen haben fast immer Übertragungen, so z. B. die Rußland durchschneidenden, von London bis nach Ostindien reichenden Leitungen der Indo-Europäischen Telegraphengesellschaft an zehn bis zwölf Orten. Die zu diesem Zweck dienenden Relais sind sehr feine Apparate. Das oben gezeichnete einfache Elektromagnetsystem genügt für solche Fälle nicht; empfindlichere Apparate erhält man dadurch, daß den Elektromagnetkernen ein bestimmter Magnetismus durch eingebaute Stahlmagnete erteilt wird (*polarisierte Relais*). Es bedarf in solchem Falle nur einer geringen Verstärkung des vorhandenen Magnetismus durch den Telegraphierstrom, um den Anker anzuziehen. Einzelne Relaisarten sind auf Abstoßung des Ankers konstruiert: dem Telegraphierstrom wird eine solche Richtung gegeben, daß er den Magnetismus der Elektromagnete schwächt; der für gewöhnlich angezogene Anker wird dann losgelassen. Bei anderen Relais werden Elektromagnetkerne und Anker verschieden polarisiert.

Das Prinzip solcher sehr schnell arbeitenden Relais zeigt Fig. 1301. Der Dauermagnet 1, 2 ist T-förmig ausgebildet; auf dem Nordpol 1 sitzen zwei Elektromagnete mit den einander zugekehrten Polschuhen 3 und 4; zwischen ihnen befindet sich der durch eine Zunge verlängerte Anker 5, der im gabelförmigen Ausschnitt des Südpols 2 des Dauermagnets drehbar gelagert und deshalb selbst südmagnetisch ist. In der Ruhelage ziehen 3 und 4 den Anker 5 mit gleicher Stärke

an. Steht er nun genau in der Mitte zwischen beiden, so behält er seine Lage bei; ist er aber beispielsweise 3 näher, so überwiegt dessen Anziehung, so daß sich die Zunge gegen den Kontakt 6 legt, der mit dem Kontakt 7 von einem verstellbaren Schlitten 8 getragen wird. Fließt nun Strom einer bestimmten Richtung aus der Leitung 9 durch die Elektromagnetwindungen zur Erde 10, so ist dieser bestrebt, in dem einen Schenkel Nordmagnetismus (z. B. in 4), in dem anderen (3) Südmagnetismus zu erzeugen. Dadurch wird die Anziehung von 4 auf 5 verstärkt, die von 3 auf 5 aber geschwächt oder bei genügender Stromstärke sogar in Abstoßung umgewandelt. Daher zieht nun 4 den Anker 5 zu sich herüber und legt die Zunge gegen 7. Trifft Strom entgegengesetzter Richtung ein, so wird 5 wieder von 3 angezogen. 6 und 7 werden mittels 8 so eingestellt, daß sie sich möglichst nahe der neutralen Stellung des Ankers 5 befinden und der Spielraum zwischen ihnen ganz gering — weniger als 1 mm — ist. Schließen und Öffnen des Ortsstromkreises erfolgt wie bei Fig. 1300. Derartig eingestellte Relais werden namentlich beim Telegraphieren mit Strömen wechselnder Richtung (*Doppelstrom*) mit Vorteil verwendet.

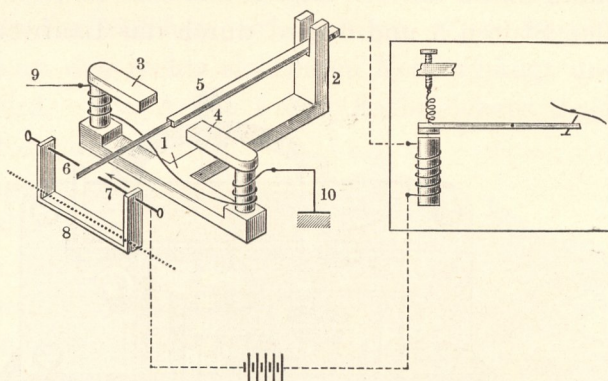


Fig. 1301. Prinzip eines polarisierten Relais.

### 3. Wheatstonescher Maschinentelegraph.

Zur wirtschaftlichen Ausnutzung langer Leitungen genügen weder der Morseschreiber noch der Klopfer; es sind deshalb schon frühzeitig Apparate erbaut worden, die schneller arbeiten. Einer der verbreitetsten ist der auf dem Morsesystem beruhende *Maschinentelegraph* von *Wheatstone*. Bei diesem übernimmt statt der Hand ein durch Gewichtsmotor angetriebener Apparat die Entsendung der Telegraphierströme; auf dem Papierstreifen des Empfängers erscheinen Morsezeichen. Da der Streifen mit großer Schnelligkeit abläuft, kann ein Beamter mit dem Übersetzen in die gewöhnliche Schriftsprache nicht Schritt halten; der Streifen wird deshalb beim Ablaufen stückweise abgetrennt und auf mehrere Beamte zum Übersetzen verteilt. Die Telegraphierzeichen werden im Sender mit Hilfe eines *Lochstreifens* hervorgebracht, indem die Löchergruppe  $\circ\circ$  einen Morsepunkt, die Gruppe  $\circ\circ\circ$  einen Morsestrich und  $\circ$  einen Zwischenraum zwischen zwei solchen Zeichen bedeutet. Den *Stanzapparat* zur Herstellung der Löchergruppen zeigen Fig. 1302 und 1303; 6, 7 und 8 sind drei Tasten, die durch zwei in Händen des Beamten befindliche, mit Gummi belegte Stempel zur Erzeugung der Löchergruppen niedergedrückt werden; sie sind so mit den in Fig. 1303 angedeuteten Lochstempeln 1 bis 5 verbunden, daß 6 die Stempel 1, 2 und 3; 8 die Stempel 1, 2, 4 und 5; 7 den Stempel 2 allein durch einen vor ihnen liegenden Papierstreifen treibt, wobei die entsprechenden Löchergruppen entstehen. Die kleinen Löcher in der Mitte sind Führungslöcher; in diese greift beim Hochgehen der niedergedrückten Tasten ein Sternrad ein, um den Streifen nach dem Stanzen eines Punktes um die Breite eines Zwischenraumes, nach dem Stanzen eines Striches um die Breite von zwei Zwischenräumen vorwärts zu bewegen und für die folgenden Zeichen einzustellen. Zwischen zwei Buchstaben wird die Zwischenraumtaste 7 einmal, zwischen zwei Worten dreimal besonders niedergedrückt; die Führungslöcher erhalten so genau gleichen Abstand voneinander. Der gelochte Papierstreifen wird durch den in Fig. 1304 dargestellten *Sender* geschickt; ein durch Gewicht angetriebenes und mittels einer Reguliervorrichtung auf bestimmte Geschwindigkeiten einstellbares Räderwerk zieht den Streifen

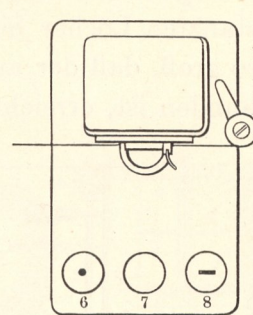


Fig. 1302. Wheatstone-Stanzer.

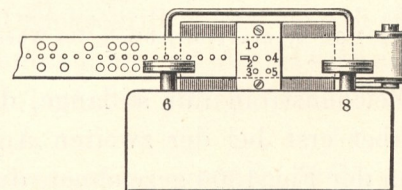


Fig. 1303. Inneres des Wheatstone-Stanzers.

mittels eines kleinen Sternrades an zwei auf und ab gehenden Kontaktstiften vorüber. Diese Vorrichtung ist in Fig. 1305 besonders dargestellt. Oben befindet sich das Sternrad 1 (auch in Fig. 1304 halb sichtbar), das in die Führungslöcher des Streifens mit den Spitzen eingreift und ihn fortbewegt. Unterhalb des Streifens sind die Stöße 2 und 3 so angeordnet, daß 2 durch die obere, 3 durch die untere Löchergruppe des Papierstreifens (vgl. Fig. 1303) hindurchstoßen kann und 3 um den halben Abstand zweier Führungslöcher vor 2 steht. Das Metalljoch 4 mit den Stiften 5 und 6 wird durch das Laufwerk in schwingende Bewegung um seine Achse 7 ver-

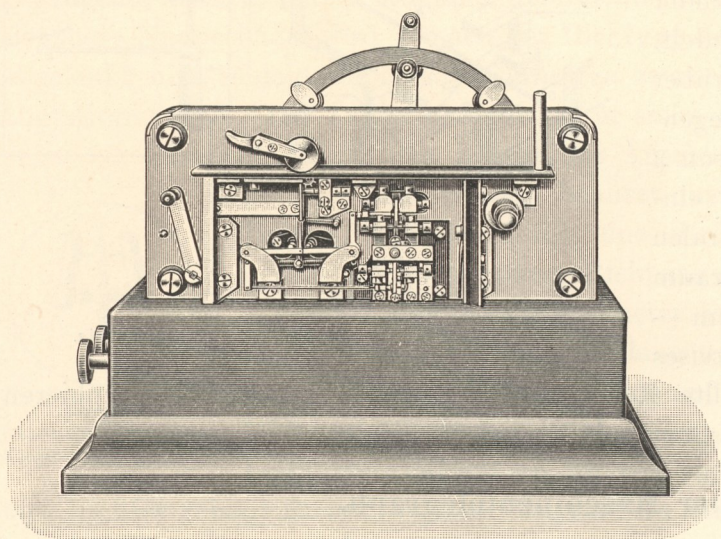


Fig. 1304. Wheatstone-Sender.

setzt; geht die linke Seite nach unten, so drückt der Stift 6 den Winkelhebel 9 und den damit verbundenen Stöße 3 nach unten, dagegen geht der Hebel 8 und mit ihm der Stöße 2 infolge des Zuges der Feder 10 nach oben. Geht umgekehrt die rechte Seite von 4 nach unten, so bewegt sich infolge des Druckes von 5 auf 8 der Stöße 2 nach unten und der Hebel 9 mit dem Stöße 3 unter der Wirkung der Feder 11 nach oben. Diese ununterbrochene, hin und her gehende Bewegung übt einen Einfluß auf die Stellung der im rechten Teil der Figur gezeichneten Kontakt-

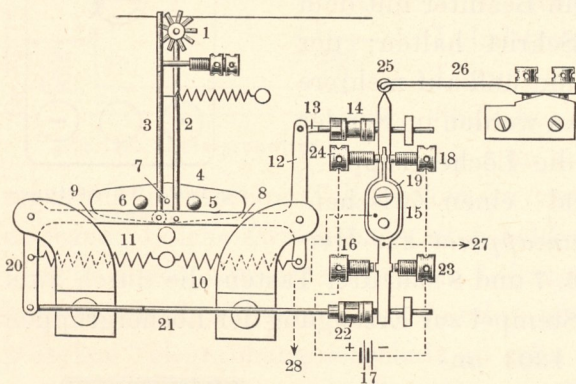


Fig. 1305. Kontaktvorrichtung des Wheatstone-Senders.

vorrichtung nicht aus, wenn die beiden Stöße auf volles Papier des von 1 fortbewegten Streifens treffen. Erst wenn einer der beiden Stöße, z. B. 2, durch eines der gestanzten Löcher hindurchtreten kann, wird die durch 10 bewirkte Drehung des Winkelhebels 8 so groß, daß der an ihm befestigte Ansatz 12 eine Schubstange 13, die mit einer Mutter 14 verbunden ist, erreicht und durch ihre Vermittelung den Kontakthebel 15 zur Seite in eine Stellung schiebt, bei der der untere Teil von 15 die Kontaktschraube 16 berührt. 15 ist mit der Leitung 27 verbunden, 16 mit dem positiven Pol der Batterie 17. Es fließt somit ein positiver, zur Hervorbringung der Zeichen am Empfangsamt benutzter Strom in die Leitung, da der negative Pol der Batterie gleichzeitig infolge der Berührung von 18 mit dem isoliert von 15 angebrachten Ansatzstück 19 an die Erde 28 gelegt wird. Diese Stellung behält der Kontakthebel 15 so lange bei, bis der Stöße 3 durch ein Loch des Papierstreifens treten kann. Geschieht dies sofort bei der nächsten Aufwärtsbewegung, so dauert der Zeichenstrom nur so lange, daß auf dem Empfangsamt ein Punkt entsteht; trifft der Stöße 3 aber erst bei der zweiten Aufwärtsbewegung ein Loch, so entsteht ein Strich. Wenn 3, wie in der Fig. 1305 gezeichnet, durch ein Loch des Streifens hindurchtritt, so wird die Bewegung des Winkelhebels 9 groß genug, um mit dem Ansatz 20, der Schubstange 21 und der Mutter 22 das untere Ende des Kontakthebels 15 zu treffen und ihn so umzulegen, daß er nun die mit dem negativen Pol der Batterie verbundene Schraube 23 berührt und der positive Pol über 19 und 24 geerdet wird. Es fließt dann negativer Strom in die Leitung. Dieser wird als Trennstrom benutzt, d. h. er führt den Anker des polarisierten Empfangsapparates wieder in die Ruhelage zurück. Das Hin- und Herschwingen des Metalljoches und die Vorwärtsbewegung des Papierstreifens müssen natürlich in bestimmtem und genau gleichbleibendem Verhältnis zueinander stehen; während der Streifen sich von einem Führungsloch zum nächsten bewegt, gehen beide Stöße



einmal herauf und herunter. Damit der Kontakthebel 15 stets eine der beiden beschriebenen Stellungen einnimmt und sich fest gegen 16 oder 23 anlegt, ist oben ein Reiterröllchen 25 an der Feder 26 angebracht.

Der *Wheatstone-Empfänger* (Fig. 1306) ist ein polarisierter Farbschreiber, der in seinen Grundzügen mit dem Morseschreiber übereinstimmt. In dem Untersatzkasten 1 befindet sich die Papierrolle; der Streifen wird über den Stift 2 zwischen den Rollen 3 und 4 an einem im Farbgefäß 5 befindlichen, um seine Achse sich drehenden Farbrädchen vorbeigeführt. Zum Antrieb dient ein mit Räderwerk verbundenes Gewicht, das an den rechts sichtbaren Ketten hängt und mit dem vorn sichtbaren Handgriff aufgezogen wird. Die Achse 1 des Farbrädchens 2 (s. Fig. 1307) ist durch ein gebogenes Metallstück 3 mit der drehbaren Achse 4 verbunden; an dieser sitzen zwei Zungen 6 und 7 aus weichem Eisen, denen der Stahlmagnet 5 dauernden Magnetismus erteilt, und zwar so, daß 6 durch den Südpol 8 süd magnetisch und 7 durch den Nordpol 9 nord magnetisch wird. 6 und 7 befinden sich, wie aus Fig. 1308 zu ersehen ist, zwischen zwei voneinander getrennten Elektromagneten 1 und 2 mit den Polschuhen 3. Die Schaltung der Elektromagnetwindungen ist derart, daß die einander gegenüberstehenden Polschuhe 3 unter der Wirkung eines ankommenden Telegraphierstromes immer umgekehrt magnetisch werden. Ist letzterer negativ — *Trennstrom* —, so ziehen die Polschuhe von 1 die Zungen 6 und 7 an; 7 legt sich gegen den Ruhekontakt, das Schreibrädchen bleibt in seiner Ruhelage. Kommt vom Sender positiver Strom, d. h. *Zeichenstrom*, an, so stößt 1 die beiden Zungen 6 und 7 ab, während 2 sie anzieht; infolgedessen dreht sich die Achse 4, bis 7 sich gegen den Kontakt 5 legt, und bewegt das an der Klaue 3 der Fig. 1307 befindliche Schreibrädchen 2 gegen den ablaufenden Papierstreifen. Dabei entsteht je nach der Dauer des Zeichenstromes ein farbiger Punkt oder ein Strich. Das Elektromagnetsystem ist höchst empfindlich; die Schnelligkeit der Streifenbewegung kann am Laufwerk durch den Hebel 6 (in Fig. 1306) geregelt werden. Mit dem Wheatstone-Apparat läßt sich selbst über sehr lange Leitungen außerordentlich rasch arbeiten; es müssen dann mehrere Beamte gleichzeitig die Morseschrift des Streifens in die gewöhnliche Schriftsprache übertragen.

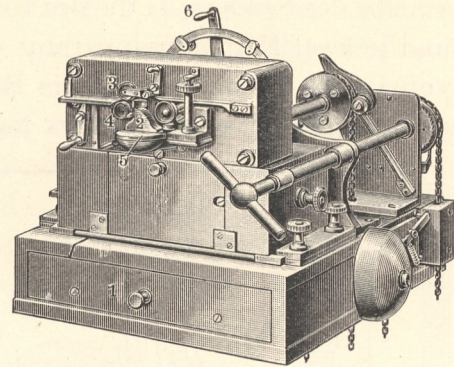


Fig. 1306. Wheatstone-Empfänger.

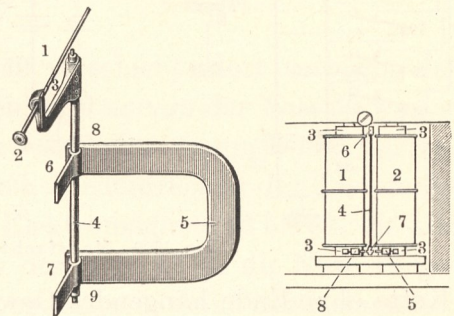


Fig. 1307.

Fig. 1308.

Fig. 1307. Ankersystem mit Schreibrädchen des Wheatstone-Empfängers.

Fig. 1308. Elektromagnetsystem des Wheatstone-Empfängers.

#### 4. Hughes-Typendrucker.

Eine große Rolle auf wichtigen Telegraphenleitungen spielen die *Typendruckapparate*, die auf dem Empfangsamt fertige Druckschrift liefern, so daß ein Übersetzen der Telegraphierschrift wegfällt. Am verbreitetsten unter ihnen ist der Hughes-Apparat; er ist schon 1855 erfunden, aber erst nach und nach auf die jetzige hohe Stufe der Vollkommenheit gebracht worden.

*Die Einrichtung und Wirkungsweise des Hughes-Typendruckers gehen aus dem aufklappbaren Modell mit Beschreibung hervor.*

#### 5. Vielfachtelegraphen.

Das Bestreben, die Telegrammübermittlung zu beschleunigen, hat ferner zur Konstruktion von sogenannten *Vielfachtelegraphen* geführt. Den Ausgangspunkt hierfür bildete die Überlegung, daß zur Bildung eines Telegraphierzeichens nur eine verhältnismäßig kurze Zeit erforderlich ist, die Leitung aber in dem Zeitraum zwischen zwei Zeichen unbenutzt bleibt. Zur Ausnutzung dieser Zwischenzeiten verbindet man mehrere Apparatsysteme mit der Leitung in der Weise, daß jedes

System nur auf ganz kurze Zeit, die zur Bildung des Telegraphierzeichens gerade ausreicht, angeschaltet wird. Die Anschaltung besorgt eine Scheibe, die mit Kontaktstücken für jedes Apparatsystem versehen ist; über diesen Kontakten rotiert ein mit der Leitung verbundener Metallarm; er berührt eins der Kontaktstücke nach dem anderen in kurzer Zeitfolge. Jedem Sendeapparat an dem einen Leitungsende entspricht ein Empfangsapparat an dem anderen. Ein auf dieser Grundlage erbauter Apparat ist der Vielfachtelegraph von Baudot.

**Baudots Vielfachtelegraph.** Das bei ihm angewendete Schaltungsprinzip ergibt Fig. 1309. Angenommen ist hierbei der in der Praxis am häufigsten vorkommende *Quadruplexapparat*; der Baudot wird auch in Dreifach-, Sechsfach- und Achtfachschaltung benutzt. I ist die Verteilerscheibe des Senders, II die des Empfängers. An jedem Leitungsende befinden sich je zwei Sende- und je zwei Empfangsapparate; es können gleichzeitig vier Telegramme — zwei in der Richtung von I nach II und zwei in der Richtung von II nach I — befördert werden. Dargestellt ist nur die Verbindung eines Senders mit der Scheibe I und die eines Empfängers mit der Scheibe II;

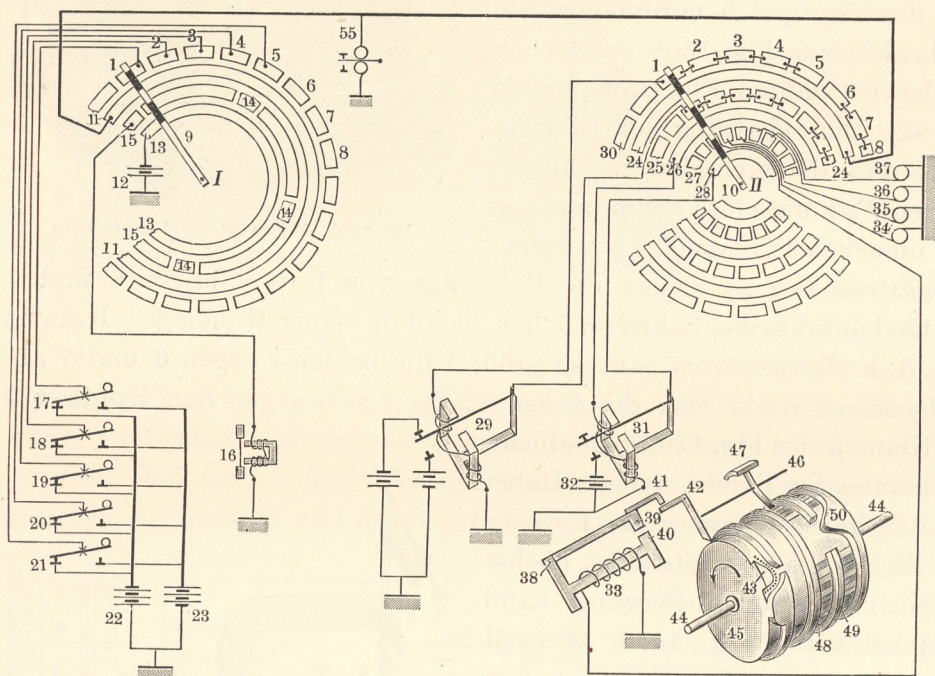


Fig. 1309. Mehrfachtelegraph von Baudot.

beide Scheiben sind bei jedem Amt an einem besonderen Apparat, dem Verteiler, vereinigt. Die Arme 9 und 10 rotieren schnell über den mit Kontaktstücken besetzten Scheiben; die Umdrehungsgeschwindigkeit muß beim Sende- und Empfangsamt gleich sein, so daß sich die an den Armen befindlichen, schwarz gezeichneten Kontaktbürsten zur gleichen Zeit immer auf entsprechenden Metallstücken der Verteilerscheiben befinden. Angetrieben werden die Verteilerarme durch ein an einer Kette ohne Ende hängendes Gewicht, das von einem Elektromotor selbsttätig wieder aufgezogen wird, bevor es vollständig abgelaufen ist. Man läßt den Verteiler des Amtes II um ein klein wenig schneller laufen als den des Amtes I; ein bei jeder Umdrehung entsandter *Korrektionsstrom* bewirkt, daß eine Hemmung bei dem Arm der Scheibe II eintritt, die beide Kontaktarme wieder in die absolut gleiche Stellung bringt.

Mit den ringförmig angeordneten Kontaktstücken 1, 2, 3, 4 und 5 sind die fünf Tasten des Tastenwerkes des ersten Senders verbunden (ebenso gehören die zweiten fünf Kontaktstücke 6, 7, 8 usw. zum zweiten Sender); die Telegraphierzeichen werden nicht durch Niederdrücken einer Taste, sondern durch gleichzeitiges Niederdrücken mehrerer der fünf Tasten nach dem *Baudot-Alphabet* hervorgebracht. Die von den verschiedenen Tasten ausgehenden Ströme gelangen trotzdem nacheinander in die Leitung, da die obere Kontaktbürste des Armes 9 die Kontaktstücke nacheinander berührt und über den zweiten Messingring 11 mit der Leitung in Verbindung setzt. Die zweite Kontaktbürste von 9 verbindet die Batterie 12 über den Ring 13 und über die Kontaktstücke 14 des Ringes 15 mit dem Taktschläger 16 (einem Telephon), bevor das erste Kontaktstück eines Senders mit der Leitung durch die obere Bürste verbunden wird. Der Beamte erkennt hieran, wann er bei jeder Umdrehung die Tasten seines Apparates niederzudrücken hat. Der sich hieraus ergebende Takt des Arbeitens lernt sich bald. Sind die Tasten 17 bis 21 in der Ruhelage, wie in Fig. 1309, so fließen über die Kontaktstücke 1 bis 5 und den Ring 11 fünf

Stromstöße der Batterie 22, also positiver Richtung, in die Leitung; werden z. B. die Tasten 18 und 20 niedergedrückt, so geht erst ein positiver, dann ein negativer (aus der Batterie 23), dann ein positiver, wiederum ein negativer und endlich ein positiver Strom in die Leitung. Diese Ströme gelangen am Verteiler II des Empfangsamtes über den Ring 24, die obere Kontaktbürste von 10, die für jeden Apparatsatz miteinander verbundenen Kontaktstücke 1 bis 5 des Ringes 30 zum polarisierten Linienrelais 29 und von da zur Erde. Von den beiden Kontakten des Linienrelais ist der eine mit einer positiven, der andere mit einer negativen Ortsbatterie verbunden. Eine positive Stromsendung des Senders legt die Ankerzunge des Linienrelais gegen den positiven, eine negative Stromsendung gegen den negativen Kontakt, so daß positiver oder negativer Strom über die Ankerzunge nach den ebenso wie beim Ring 30 angeordneten Kontaktstücken des Ringes 25, von da über die zweite Kontaktbürste von 10 und den Ring 26 durch das gleichfalls polarisierte Ortsrelais 31 zur Erde fließt. Bei einer positiven Stromsendung verbleibt der Anker von 31 am linken Kontakt, der frei ist; bei einer negativen Stromsendung wird er an den mit der Batterie 32 verbundenen Kontakt gelegt, und 32 sendet einen Strom über die Ankerzunge von 31, den Ring 28, die dritte Bürste von 10, das von dieser im gegebenen Moment berührte Kontaktstück des Ringes 27, durch einen damit verbundenen Elektromagnet 33 bis 37 (bei der in der Figur gezeichneten Stellung von 10 durch 33) zur Erde. Infolge dieses Stromes wird der in 38 drehbare Anker 39 von dem Polschuh 40 angezogen; dabei drückt er mit dem Ansatz 41 auf den Winkelhebel 42, dessen unterer Schenkel sich infolgedessen nach hinten bewegt. In dieser Stellung gerät 42 in den Bereich des Daumens 43 der um 44 rotierenden Walze 45. 43 führt die untere Spitze von 42 weiter nach hinten, und zwar auf dem punktiert gezeichneten Wege. Die Rückwärtsbewegung von 42 geht dann so weit, daß er gegen die Stange 46 des Suchers 47 drückt und letzteren, der für gewöhnlich mit seinem Fuß in der Nute 48 der rotierenden Walze schleift, bei 50 in die Nute 49 verschiebt; dort verbleibt der Sucherfuß während einer Umdrehung, bei Beendigung derselben wird er von der Nase 50 wieder in die Nute 48 zurückgeführt. Solcher Sucher gibt es ebensoviele wie Elektromagnete und Tasten, nämlich fünf. So viele negative Zeichenströme vom Sender durch Niederdrücken der Tasten abgegeben werden, so viele Sucher werden durch die zugehörigen Elektromagnete 33 bis 37, die alle die gleiche Bauart haben, bei einer Umdrehung der Walze aus der Nute 48 in die Nute 49 geleitet. Wie Fig. 1310 zeigt, sitzen die Köpfe der Sucher I bis V bogenförmig dicht nebeneinander; sie können sich einzeln zwar von vorn nach hinten, also aus der Nute 48 in die Nute 49 bewegen, allein nach unten nur alle zusammen. Die Bewegung nach unten ist bei jeder Walzenumdrehung nur in einer bestimmten Stellung möglich, nämlich nur dann, wenn alle Sucherfüße in den unregelmäßig gebildeten Oberflächen beider Nuten gleichzeitig Vertiefungen vorfinden. In diesem Moment bewegt sich das ganze System mit einem kurzen Ruck nach unten und wird sogleich wieder in die Ruhestellung zurückgeworfen. Der mit I verbundene Hebel 51 schnell infolgedessen die Druckrolle 52 nach oben und drückt den ablaufenden Papierstreifen 53 gegen den mit Buchstaben- und Zahlentypen versehenen Rand eines rotierenden Typenrades 54; der Buchstabe, der sich gerade gegenüber dem Papierstreifen befand, wird gewissermaßen fliegend (also wie beim Hughes) abgedruckt. Für jeden Buchstaben, jede Zahl und jedes Zeichen gibt es eine bestimmte Kombination der positiven und negativen Stromsendungen — im ganzen 31 — und dementsprechend ebensoviele Stellungen der Sucher; die Vertiefungen in den Nuten 48 und 49 sind so angeordnet, daß die fünf Sucherfüße bei jeder Kombination einmal während jeder Umdrehung zusammen einfallen können und dadurch den Abdruck des der Kombination entsprechenden Zeichens veranlassen. Am Sender befindet sich noch das Kontrollrelais 55 (in Fig. 1309); es ist an den Anfangspunkt der Leitung so geschaltet, daß es von einem Zweigstrom der abgehenden Sendeströme durchflossen wird. Es vermittelt dann den Abdruck der Zeichen in der

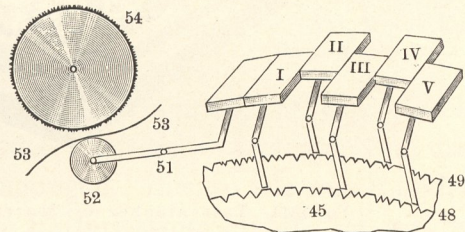


Fig. 1310. Druckvorrichtung des Baudot-telegraphen.

gleichen Weise wie das Linienrelais am Empfänger; die abgegebenen Telegramme können so am Sender mitgelesen werden.

Die Einrichtung der Dreifach-, Sechsfach- und Achtfach-Baudots ist ähnlich wie die beschriebene; nur ist entsprechend der Zahl der Apparatsätze die Zahl der auf den verschiedenen Kreisen angeordneten Bogenstücke eine andere, z. B. auf dem äußeren Kreis bei dem Dreifach-Baudot  $3 \times 5$ , bei dem Sechsfach-Baudot  $6 \times 5$ , bei dem Achtfach-Baudot  $8 \times 5$ . Der Baudot-apparat ist auf einer großen Zahl internationaler Leitungen in Anwendung.

## 6. Schnelltelegraphen.

Während beim Hughes und Baudot die vom Telegraphenbeamten veranlaßten Stromsendungen unmittelbar in die Leitungen gehen, erfolgt bei anderen Typendrucktelegraphen die

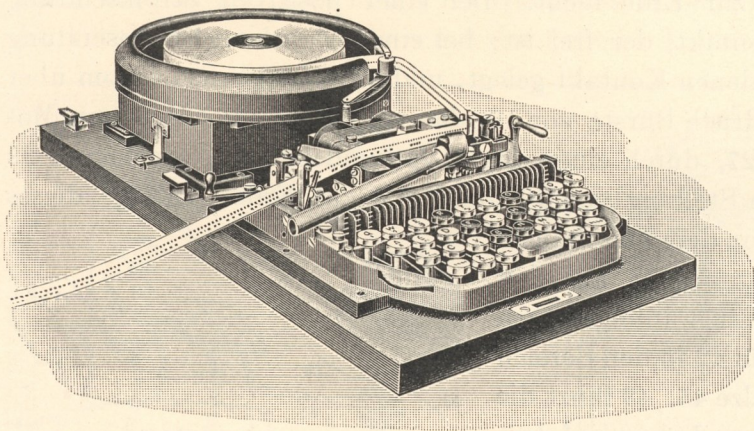


Fig. 1311. Tastenlocher des Murray-Telegraphen.

Stromsendung automatisch mit Hilfe eines durch einen Apparat gesandten Lochstreifens, der ähnlich wie bei dem beschriebenen Wheatstoneapparat mittels eines Stanzapparates vorbereitet wird. Erbaut sind solche *Schnelltelegraphen* von Buckingham, Creed, Murray, Siemens & Halske, Pollak-Virág und anderen. Bei dem letztgenannten wird keine Typendruckschrift, sondern eine besondere Schriftart, ähnlich der Rundschrift, erzeugt, und zwar durch die photographierende Wirkung eines

Lichtstrahls: ein mit einem Magnetsystem verbundener kleiner Spiegel erfährt je nach der Stärke der ankommenden Ströme Ablenkungen nach verschiedenen Richtungen und läßt den auf ihn fallenden Lichtstrahl einen Weg beschreiben, der der Form der zu übermittelnden Buchstaben entspricht. Auch der Apparat von Siemens & Halske ist auf einem photographischen Verfahren aufgebaut: vor einer sich schnell drehenden Scheibe, in der die Buchstabentypen ausgeschnitten sind, blitzt ein elektrischer Funke in dem Augenblick auf, in dem der Ausschnitt des zu übermittelnden Buchstabens sich gerade vor dem aus lichtempfindlichen Papier bestehenden Empfangsstreifen befindet, und gibt so auf dem Streifen die Form der Buchstabentype

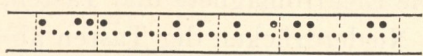


Fig. 1312. Lochstreifen des Murray-Telegraphen.

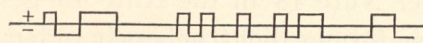


Fig. 1313. Verlauf der Sendeströme.

wieder. Die praktische Anwendung beider Apparate ist vereinzelt geblieben; dagegen ist der *Schnelltelegraph von Murray* von mehreren Telegraphenverwaltungen, z. B. der deutschen und russischen, eingeführt worden.

**Murray-Schnelltelegraph.** Er besteht aus dem Tastenlocher, dem Sender, dem Empfänger-Unterbrecher, dem Empfänger-Locher und dem Übersetzer. Der *Sender* ist im Prinzip dem Wheatstonesender (Fig. 1304) ähnlich. Der mit Löchergruppen versehene Sendestreifen wird durch ein Sternrad vor einer sich schnell auf und ab bewegenden Stange vorbeigezogen; letztere wirkt auf die Kontaktstellung. Der Streifen wird mit einem in Fig. 1311 dargestellten Tastenlocher gestanzt, nachdem er zuvor mit den in der Mitte sichtbaren Führungslöchern versehen ist. Die Zeichen bestehen, wie Fig. 1311 und 1312 zeigen, aus je einer Löchergruppe, die sich auf die Länge eines Raumes von fünf Führungslöchern erstreckt. Die Kombinationen für die einzelnen Buchstaben, Zahlen usw. ergeben sich aus der Stellung, die die Löcher innerhalb dieses Raumes haben, und aus der Zahl der darin gestanzten Löcher. In Fig. 1313 ist der durch die Löcher beeinflusste Verlauf der Telegraphierströme dargestellt. Trifft der Stößer ein Loch im Papierstreifen, so wird die Kontaktvorrichtung so gesteuert, daß ein positiver Zeichenstrom in die Leitung geht; trifft der Stößer bei seiner nächsten Aufwärtsbewegung kein Loch, sondern volles Papier, so

wird die Kontaktvorrichtung umgesteuert, so daß negativer Trennstrom abgeht, wie bei Beginn des ersten Buchstabens. Findet der Stößer zwei oder mehr Löcher hintereinander, so dauert der Zeichenstrom so lange an, bis der Stößer wieder auf volles Papier trifft. — Die Löchergruppe für einen Buchstaben, eine Zahl usw. wird mit einem Male durch Niederdrücken der damit bezeichneten Taste gestanzt, indem dabei die Stanzstempel, die der Löchergruppe des betreffenden Zeichens entsprechen, eingestellt und von dem Anker eines Elektromagnets durch den Streifen hindurchgetrieben werden. Das Zurückschnellen des Ankers nach dem Stanzen wird dazu benutzt, den Streifen um eine Zeichenbreite, also um fünf Führungslöcher, vorzuschieben. Zum Antrieb des Senders, d. h. des den Streifen fortbewegenden Sternrades und des auf- und abwärts bewegten Stößers, dient nicht ein Gewicht, wie beim Wheatstonesender, sondern eine Vorrichtung nach Art des phonischen Rades von Lacour, Fig. 1314. Der eine Pol der Batterie 10 ist über den Metallblock 2 mit einer in diesen eingeklemmten federnden Zunge 12 verbunden; der andere steht über die Umwindungen der Elektromagnete 5 und 3 mit dem Kontakt 9 sowie über die Windungen von 6 und 4 mit dem Kontakt 8 in Verbindung. Wird die Zunge 12 nach links bewegt, bis ihr Ansatz den Kontakt 8 berührt, so wird der Stromkreis der Batterie über 4 geschlossen; infolgedessen zieht 4 die Zunge an, 12 verläßt deshalb den Kontakt 8 sogleich wieder und bewegt sich nach rechts zum Kontakt 9. Bei Berührung von 12 mit 9 wird 3 erregt und 12 darauf wieder nach links gelegt. Es entsteht so ein Hin- und Herschwingen der Zunge; die Schwingungszahl wird durch das am freien Ende von 12 verschiebbar angebrachte Metallstück 7 geregelt. Je weiter 7 an das freie Ende geschoben wird, desto langsamer werden die Schwingungen. Ebenso wie nun 3 und 4 werden auch die Elektromagnete 5 und 6 abwechselnd von dem Batteriestrom erregt; sie wirken auf das um die Achse 1 drehbare Rad 11 ein, so daß es in schnelle, gleichförmige Bewegung gerät. Das Rad besteht aus weichem Eisen, mit Ausnahme der schraffiert gezeichneten sieben Ausschnitte; diese sind mit schwerem Metall (Blei) ausgefüllt. Die Polschuhe der Elektromagnete 5 und 6 sind der Rundung des Rades angepaßt, so daß sie möglichst kräftig anziehend auf die Eisenteile wirken. Legt sich bei der gezeichneten Radstellung die Zunge 12 gegen 9, so zieht 5, dem zwei Bleifüllungen gegenüberstehen, die Eisenteile des Rades an, d. h. das Rad wird weiterbewegt, bis Eisenteile vor den Polschuhen von 5 und zwei Bleifüllungen von 6 stehen. In diesem Augenblick wird infolge Umschwingens der Ankerzunge der Elektromagnet 6 erregt und das Rad durch diesen Magnet weiterbewegt; darauf zieht 5 wieder das Rad weiter und so fort. 12 wird durch 7 so einreguliert, daß mit sieben Hin- und Herschwingungen und den dabei abwechselnd eintretenden Magnetisierungen von 5 und 6 das Rad eine Umdrehung vollführt. Die Achse 1 des Rades 11 wird mit dem Räderwerk des Senders gekuppelt. Die mit dieser Vorrichtung erzielte Bewegung ist sehr gleichmäßig, so daß die durch den Lochstreifen gesteuerte Kontaktvorrichtung außerordentlich genau arbeitet.

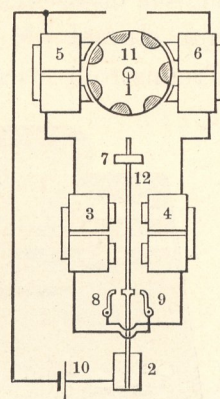


Fig. 1314. Motor des Murray-Senders.

Die Empfängerschaltung zeigt Fig. 1315. 1 und 2 sind die Batterien des Sendeamtes I, 3 der Kontakthebel, 4 und 5 die Batteriekontakte des Senders. Die abwechselnd abgehenden positiven und negativen Telegraphierströme durchlaufen am Empfangsamte II ein polarisiertes Linienrelais 6, das derart eingestellt ist, daß ein negativer Trennstrom der Batterie 2 die Ankerzunge 23 gegen den Kontakt 24, ein positiver Strom der Batterie 1 sie aber gegen den Kontakt 25 legt; in letzterem Falle wird der Stromkreis einer Ortsbatterie 9 geschlossen, in dem das Stanzrelais 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000.

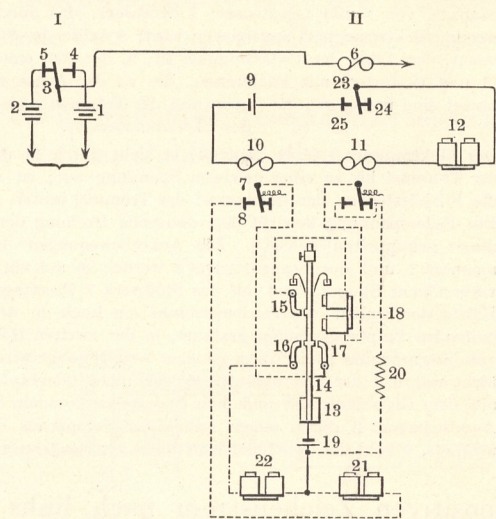


Fig. 1315. Schaltungsschema für den Murray-Empfänger.

Die Empfängerschaltung zeigt Fig. 1315. 1 und 2 sind die Batterien des Sendeamtes I, 3 der Kontakthebel, 4 und 5 die Batteriekontakte des Senders. Die abwechselnd abgehenden positiven und negativen Telegraphierströme durchlaufen am Empfangsamte II ein polarisiertes Linienrelais 6, das derart eingestellt ist, daß ein negativer Trennstrom der Batterie 2 die Ankerzunge 23 gegen den Kontakt 24, ein positiver Strom der Batterie 1 sie aber gegen den Kontakt 25 legt; in letzterem Falle wird der Stromkreis einer Ortsbatterie 9 geschlossen, in dem das Stanzrelais 10,

das Gleichlaufrelais 11 und der Auslösemagnet 12 liegen. Für den Zeichenempfang kommen zunächst 10 und 11 in Betracht; ihre Anker werden bei Eingang positiver Stromsendungen nach links umgelegt, während sie bei negativen Strömen am rechten Kontakt, dem Ruhekontakt, liegen. Wie aus Fig. 1313 ersichtlich ist, haben die Zeichenströme die Dauer von so vielen Einheiten, wie die Zahl der Löcher beträgt; um im Empfangsstreifen ebensoviele Löcher und an gleicher Stelle hervorzubringen, muß der Stanzmagnet während der Dauer eines aus mehreren Einheiten bestehenden Zeichenstromes so oft in Tätigkeit treten, wie der Zeichenstrom Einheiten besitzt. Da der Anker 7 durch die Zeichenströme von der Dauer mehrerer Einheiten nur einmal an den Arbeitskontakt 8 gelegt wird und dort liegen bleibt, bis er durch den Trennstrom wieder an den Ruhekontakt geführt wird, müssen die längeren Zeichenströme wieder in die Zahl der ihnen zukommenden Einheiten zerlegt werden. Diesem Zweck dient ein Stromunterbrecher, der gleichzeitig auch die Aufgabe erfüllt, die Einheit der Stromdauer noch in zwei Hälften zu zerlegen, damit in der einen das Lochstanzen erfolgt, während der Streifen in Ruhe ist, in der zweiten aber der Streifen um eine Lochbreite weiterbewegt wird. Den Stromunterbrecher bildet die in einem Metallblock 13 eingeklemmte Zunge 14, an deren freiem Ende ein verschiebbares Metallstückchen befestigt ist. Die Schwingungszahl läßt sich durch Verschieben des Metallstückchens ähnlich wie bei der oben beschriebenen Antriebsvorrichtung des Senders regeln. Berührt 14 beim Schwingen den Kontakt 15, so wird der Unterbrecher-Elektromagnet 18 erregt, da der Stromkreis der Ortsbatterie 19 über den Widerstand 20, den einen oder anderen Kontakt des Gleichlaufrelais 11, über 18, den Kontakt 15, 14 und 13 geschlossen wird. 18 zieht daher die Zunge 14 an; diese schwingt nach rechts und berührt 17; infolgedessen schließt sich der Kreis der Batterie 19 über 13, 14, 17, 8 — vorausgesetzt, daß der Anker 7 von 10 durch einen

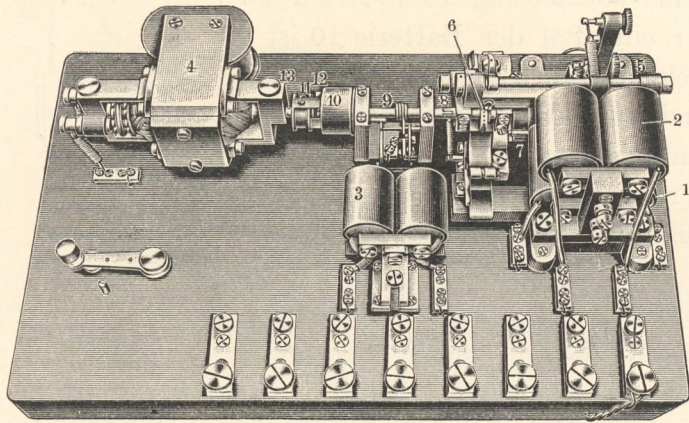


Fig. 1316. Empfänger des Murray-Telegraphen (1 Bewegungselektromagnet; 2 Stanzelektromagnet; 3 Auslöselektromagnet; 4 durch 1 eingeschalteter Elektromotor zum Vorwärtsbewegen des Empfangsstreifens; 5 Achse des Ankers des Stanzmagnets, der einen Lochstempel durch den Papierstreifen treibt; 6 Sternrad zum Vorwärtsbewegen des Papierstreifens nach dem Stanzen, von 1 und 4 gesteuert; 7 Stoßwerk, das durch den Anker des Bewegungselektromagnets angetrieben wird; 8 Achse des Sternrades 6, gekuppelt mit 9, der Achse der Federtrommel 10, in der sich eine Spiralfeder befindet; 11 und 12 Federn mit Filzbürsten, die an der Achse des Elektromotors befestigt sind und gegen die Innenwand der Trommel schleifen; 13 ist die Achse des Elektromotors 4).

Der Elektromotor 4 läuft dauernd, er zieht durch 11 und 12 die Spiralfeder der Trommel bis zu einer gewissen Spannung auf; ist diese erreicht, gleiten die Filzbürsten an der Innenwand der Trommel weiter, ohne diese zu drehen. Die Federspannung bewirkt eine dauernde Drehung der Achse 9 und der mit dieser gekuppelten Achse 8. Die Ankerbewegungen des Bewegungselektromagnets 1 und des Stanzmagnets 2 werden so auf ein mit dem Sternrad 6 verbundenes Steigrad und auf das Stoßwerk 7 übertragen, daß in der ersten Hälfte der Einheit des Zeichenstromes ein Loch in den über das Sternrad laufenden Empfangsstreifen gestanzt, in der zweiten Hälfte der Papierstreifen vom Sternrad um zwei Führungslöcher weiterbewegt wird. Damit der Streifen nicht während der Zeit abläuft, in der nicht telegraphiert wird, öffnet der mit dem Gleichlaufrelais und dem Stanzrelais in einem Stromkreis geschaltete Auslösemagnet 3 durch seinen Anker den Stromkreis des Bewegungselektromagnets, sobald das Gleichlaufrelais nicht von Sendeströmen durchflossen wird.

positiven Zeichenstrom nach links gelegt ist — und den Stanzmagnet 21, der daraufhin ein Loch in den Streifen stanzt. Da 18 wieder stromlos geworden ist, weil 14 den Kontakt 15 verlassen hatte, schwingt 14 sogleich wieder zurück nach links und berührt 15 von neuem und gleichzeitig auch 16; damit ist für die Batterie 19 ein neuer Stromweg gegeben, nämlich über 13, 14, 16 und den Bewegungselektromagnet 22. Dieser zieht seinen Anker an und bewirkt dadurch, daß der Empfangsstreifen um eine Lochbreite nach vorn gerückt wird. Das Spiel wiederholt sich so ununterbrochen weiter; gestanzt wird nur, wenn 7 an 8 liegt und so der Stanzmagnet 21 unter Strom gesetzt wird; die Streifenbewegung durch den Bewegungselektromagnet 22 erfolgt dagegen unabhängig davon bei jeder Schwingung der Zunge. Wird nun die Zunge durch das am freien Ende befindliche Gewicht so eingestellt, daß die Dauer der Schwingung von 17 nach 15 und 16 gleich der Einheitsdauer eines Zeichenstromes ist, so wird der Stanzmagnet 21 so oft unter Strom gesetzt, wie der Zeichenstrom Einheiten dauert, und zwar jedesmal während der ersten Hälfte der Schwingung von 14. Während der zweiten Hälfte jeder Einheit, gleichgültig, ob in der

wieder in die Zahl der ihnen zukommenden Einheiten zerlegt werden. Diesem Zweck dient ein Stromunterbrecher, der gleichzeitig auch die Aufgabe erfüllt, die Einheit der Stromdauer noch in zwei Hälften zu zerlegen, damit in der einen das Lochstanzen erfolgt, während der Streifen in Ruhe ist, in der zweiten aber der Streifen um eine Lochbreite weiterbewegt wird. Den Stromunterbrecher bildet die in einem Metallblock 13 eingeklemmte Zunge 14, an deren freiem Ende ein verschiebbares Metallstückchen befestigt ist. Die Schwingungszahl läßt sich durch Verschieben des Metallstückchens ähnlich wie bei der oben beschriebenen Antriebsvorrichtung des Senders regeln. Berührt 14 beim Schwingen den Kontakt 15, so wird der Unterbrecher-Elektromagnet 18 erregt, da der Stromkreis der Ortsbatterie 19 über den Widerstand 20, den einen oder anderen Kontakt des Gleichlaufrelais 11, über 18, den Kontakt 15, 14 und 13 geschlossen wird. 18 zieht daher die Zunge 14 an; diese schwingt nach rechts und berührt 17; infolgedessen schließt sich der Kreis der Batterie 19 über 13, 14, 17, 8 — vorausgesetzt, daß der Anker 7 von 10 durch einen

ersten Hälfte ein Zeichen gestanzt wird oder nicht, schiebt sich der Empfangsstreifen um eine Lochbreite nach vorwärts. Auf diese Weise entstehen die Löcher in der gleichen Zahl und in der gleichen Stellung wie im Streifen des Senders. Die Streifen im Sender und Empfänger müssen natürlich mit der gleichen Geschwindigkeit laufen; zu diesem Zwecke wird die Ankerzunge 14 des Empfängers auf eine etwas schnellere Schwingung eingestellt als die Kontaktvorrichtung des Senders; das Gleichlaufrelais hat die Aufgabe, eine ganz genaue Übereinstimmung der Bewegung herbeizuführen: sein Anker wird ebenso wie der des Stanzrelais bei jedem Wechsel zwischen Zeichen- und Trennstrom umgelegt; während des Umlegens ist der Anker eine kurze Zeit in der Schwebelage. Erfolgt dieses Umlegen nicht genau gleichzeitig mit dem Schwingen der Zunge 14, so wird die Unterstromsetzung des Elektromagnets 18 etwas verzögert, da der Anker von 11 in der Schwebelage keinen der beiden Kontakte berührt. Daraus ergibt sich eine minder kräftige Anziehung von 14 durch 18 und infolgedessen wieder eine Verlangsamung der Schwingungen von 14. Empfänger und Sender stellen sich unter Wirkung dieser

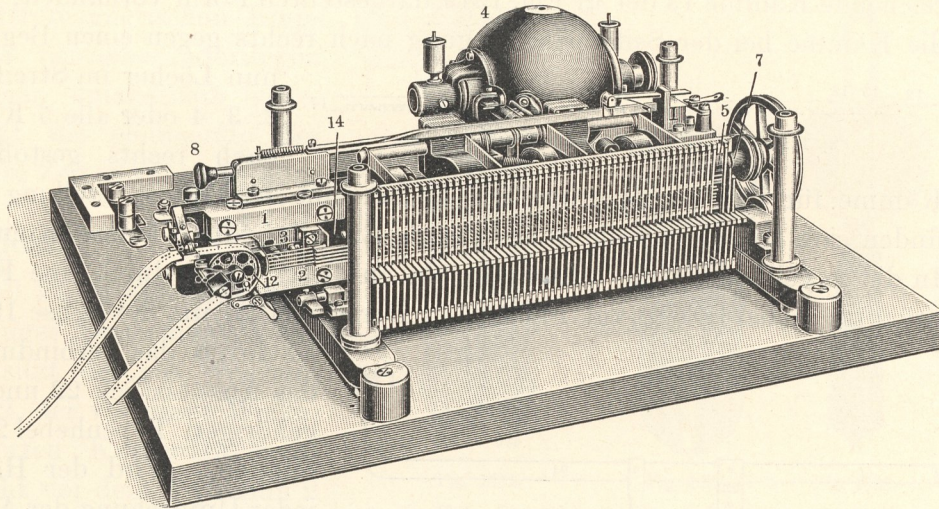


Fig. 1317. Murray-Übersetzer.

immer wieder wirkenden Korrektur genau auf die gleiche Geschwindigkeit ein. Der Auslösemagnet 12 hat nur den Zweck, bei Beginn des Telegraphierens den Apparat selbsttätig einzuschalten. Fig. 1316 zeigt den vollständigen Empfänger.

Der Empfängerstreifen gibt auf die geschilderte Weise die abgesandten Telegraphierzeichen wieder, aber in einer Form, die weder für die Beamten noch für das Publikum ohne weiteres zu entziffern ist. Die Zeichen werden daher noch automatisch in gewöhnliche Druckschrift übertragen, indem der Lochstreifen durch einen vom übrigen Apparatsystem getrennt aufgestellten *Übersetzer* geschickt wird, der aus einer Setzmaschine und einer Schreibmaschine besteht. Erstere zeigt Fig. 1317. Links ist der vom Empfänger hergestellte Lochstreifen sichtbar, der ähnlich wie beim Sender von einem Sternrad fortbewegt wird, und zwar ruckweise, jedesmal um die auf einen Buchstaben oder Zahl entfallende Streifenlänge von fünf Löchern, nachdem der Abdruck eines solchen Zeichens erfolgt ist. Das Setzen und Abdrucken eines Zeichens geht in folgender Weise vor sich. Die Achse des Sternrades sitzt auf einem zwischen den Schienen 1 und 2 in einem Kugellager sich von links nach rechts und wieder zurück bewegenden Schlitten 3, der mit Zubehör in der Fig. 1318 nochmals schematisch dargestellt ist. Die Schlittenbewegung geht von einer durch den Elektromotor 4 (Fig. 1317) angetriebenen Welle 5 aus. Diese Welle trägt verschiedene Walzen, darunter die in Fig. 1318 mit 6 bezeichnete. In den Ausschnitt von 6 greift ein Ansatz 8 des Schlittens ein. Infolge der gezeichneten Form des Ausschnittes bewegt sich 8 mit dem Schlitten, während 6 mit der Welle 5 eine Umdrehung vollführt, einmal nach rechts und wieder zurück. An dieser Bewegung nimmt auch der über das Sternrad 9 geführte Papierstreifen 10 teil, der an der linken Innenkante eines Ausschnittes des Ansatzstückes 11 liegt. In eine Öffnung von 11 greift der stabförmige Ansatz 12 eines kammartig ausgeschnittenen Metallsteges 13 ein. Wenn

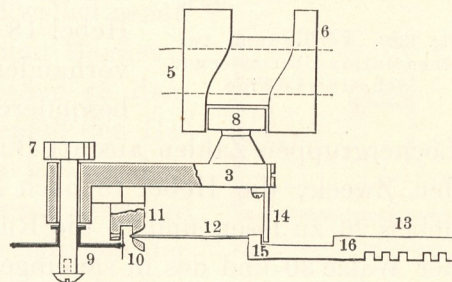


Fig. 1318. Schlitten des Murray-Übersetzers.

der Streifen 10 mit dem Schlitten und dem durchlochtem Metallstück 11 nach rechts bewegt wird, trifft er auf den Ansatz 12. Befindet sich an der der Öffnung in 11 gerade gegenüberliegenden Stelle eines der gestanzten Löcher, so geht der Ansatz 12 durch dieses hindurch, und der Kamm 13 bleibt in seiner Ruhelage; befindet sich an der bezeichneten Stelle volles Papier, so schiebt der Streifen den Ansatz 12 mit dem Kamm 13 um ein geringes nach rechts. Bei der Rückwärtsbewegung nimmt die Nase 14, indem sie auf die Kante 15 des Kammes stößt, letzteren wieder mit zurück in die Ruhelage. Um die Ruhelage fest zu begrenzen, ist ein weiteres, in der Figur nicht gezeichnetes Metallstück vorhanden, gegen das sich die Kante 16 des Kammes legt. Der Löchergruppe für ein Zeichen entsprechend sind fünf Löcher in dem Stück 11 untereinander und fünf in diese hineinreichende Kämme 13 der in Fig. 1319 dargestellten Form vorhanden; mit der Kante 17 legen sich die Kämme bei der Seitwärtsbewegung nach rechts gegen einen Begrenzungssteg. Je nachdem

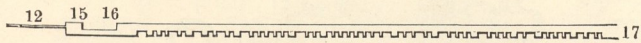


Fig. 1319. Kamm des Murray-Übersetzers.

nun Löcher im Streifen gestanz sind, werden 1, 2, 3, 4 oder alle 5 Kämme für einen Augenblick nach rechts gestoßen. Hierbei erhalten die Kämme für jede Gruppierung der Löcher eine bestimmte Stellung zueinander; in dieser befinden sich an einer Stelle dann Ausschnitte aller fünf Kämme in einer Geraden untereinander. In die so gebildete Rille fällt dann ein an dieser Stelle durch eine Feder gegen die Kämme gedrückter Hebel 18 ein (vgl. Fig. 1320). Der Hebel ist um die Achse 19 drehbar; sein oberes Ende

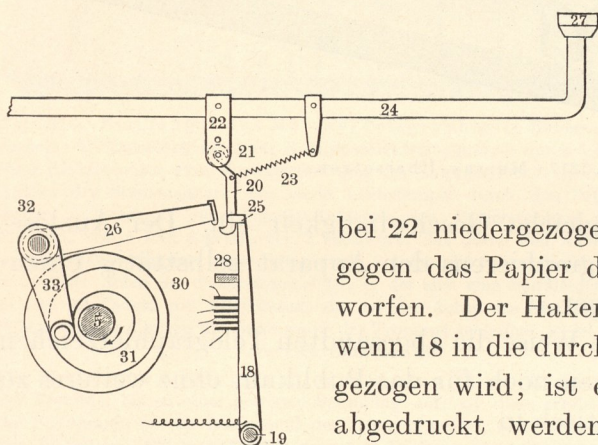


Fig. 1320. Verbindung zwischen Murray-Übersetzer und Schreibmaschine.

ist durch das Verbindungsstück 20, den Haken 21, das Ansatzstück 22 und die Feder 23 mit dem zugehörigen Typenhebel 24 der Schreibmaschine verbunden. Wird der Haken bei 25 von dem bei jeder Umdrehung der Achse einmal niedergehenden Schlaghebel 26 getroffen, so wird der Typenhebel bei 22 niedergezogen und das mit der Zeichentype 27 versehene Ende gegen das Papier der Schreibmaschine zum Abdruck des Zeichens geworfen. Der Haken kann von dem Schlagarm 26 nur getroffen werden, wenn 18 in die durch Ausschnitte der sechs Kämme gebildete Rille hineingezogen wird; ist er das nicht, so kann das betreffende Zeichen nicht abgedruckt werden. Für jeden Buchstaben und jede Zahl ist ein Hebel 18 (im ganzen ebensoviele Hebel wie Tasten am Tastenlocher) vorhanden. Der zuletzt erwähnte sechste Kammhebel wird durch eine besondere Löchergruppierung mit eingestellt, damit durch die folgenden Löchergruppen Zahlen anstatt Buchstaben gedruckt werden. Der Stoßhebel 28 (Fig. 1320) hat den Zweck, die Hebel 18 nach Abdruck der Zeichen sogleich wieder vom Ansatz des Schlaghebels 26 zu lösen und in die Ruhelage zurückzuführen. Die Welle 5 bewirkt auch hier mittels der Walze 30 und des in sie eingeschnittenen Schneckengangs 31 sowie des mit 26 zu einem um 32 drehbaren Winkelhebel verbundenen Armes 33 die auf und nieder gehende Bewegung des Schlagarmes 26. Durch ein Sperrrad und eine in dieses eingreifende Sperrklinke wird bei jeder Rückkehr des Schlittens von rechts nach links der Streifen um eine Zeichenbreite, also um fünf Löcher, nach vorwärts geschoben, damit nun das Setzen und Abdrucken des folgenden Zeichens bei der anschließenden Bewegung nach rechts vor sich gehen kann. Außer den Löchergruppen für Buchstaben, Zahlen und Satzzeichen ist auch eine Gruppe von Löchern vorgesehen, bei denen der Papierschlitten der Schreibmaschine selbsttätig auf den Anfang einer neuen Zeile eingestellt wird. Das Telegramm erscheint so in fertiger Form auf einem zur Aushändigung an den Empfänger bestimmten Blatt.



## B. Fernsprecher.

### I. Apparate.

Die große Verbreitung, die der Fernsprecher heute erlangt hat, wurde mit der Erfindung des Telephons durch den Amerikaner Graham Bell (1877) eingeleitet. Dieser amerikanische Erfinder fußte auf den Arbeiten des deutschen Lehrers Reiß, der bereits 1862 einen ähnlichen Apparat erbaut und „Telephon“ genannt hatte. Mittels dieses Apparates wandelte er die Schallschwingungen der menschlichen Sprache in Veränderungen des elektrischen Stromes um und führte letzteren einem elektromagnetischen Empfangsapparat zu, der die Stromveränderungen wieder in Schallschwingungen umzusetzen hatte. Seine Erfindung fand nicht die genügende Beachtung und geriet für längere Zeit in Vergessenheit.

#### 1. Telephon.

Das *Telephon* von Bell ist in Fig. 1321 dargestellt. 1 ist ein stabförmiger Dauermagnet aus Stahl; auf dem einen Pol sitzt der aus weichem Eisen bestehende Polschuh 2, der von einer Wicklung aus zahlreichen isolierten Kupferdrahtwindungen 3 umgeben ist. Dicht vor dem Polschuh 2 — nur durch einen geringen Luftzwischenraum von ihm getrennt — befindet sich eine sehr dünne Membran 4, eine Scheibe aus verzinntem Eisenblech. Alle Teile sind von einem Holzgefäß umschlossen, das mit dem Ausschnitt 5 versehen ist. Die beiden Enden der Drahtwicklung sind mit den Klemmen 6 verbunden; an diese wird die Leitung zur Empfangsstation herangeführt, sofern eine Doppelleitung benutzt wird. Bei Anwendung eines einzelnen Drahtes ist die eine der Klemmen 6 mit Erde zu verbinden. Wird in die Schallöffnung 5 hineingesprochen, so gerät die Metallmembran 4 in Schwingungen, die den Schallwellen genau entsprechen. Da die Membran sich bei den Schwingungen dem Magnet 1 abwechselnd nähert und wieder von ihm entfernt, so entstehen in dem magnetischen Feld entsprechende Änderungen. Diese rufen gemäß den Gesetzen über die Wechselwirkung zwischen magnetischen und elektrischen Kräften elektrische Ströme in den Drahtwindungen 3 hervor, deren jeweilige Stärke sich genau im Verhältnis zu den Änderungen der Schwingungen der Membran und somit der Schallwellen regelt. An der mit dem gleichen Apparat ausgerüsteten Empfangsstelle gelangen die elektrischen Ströme über 6 zu den Windungen 3, durchfließen diese und verändern ihrer wechselnden Stärke entsprechend die magnetische Anziehungskraft des Polschuhes 2 auf die Metallplatte 4. Diese gerät in Schwingungen und stößt die umgebende Luftschicht zu gleichartigen Schwingungen an. Ein an 5 angelegtes Ohr empfängt so die in den Apparat der Sendestation hineingesprochenen Laute. In neuerer Zeit wird das Telephon nur noch als Empfangsapparat (*Fernhörer*) benutzt; alle Veränderungen für diesen Zweck betreffen nur die äußere Konstruktion. Fig. 1322 zeigt einen Fernhörer mit hufeisenförmigen Magneten, bei dem beide Pole mit ihren Polschuhen der Membran gegenüberstehen; Fig. 1323 einen Fernhörer mit zwei halbkreisförmigen Ringmagneten.

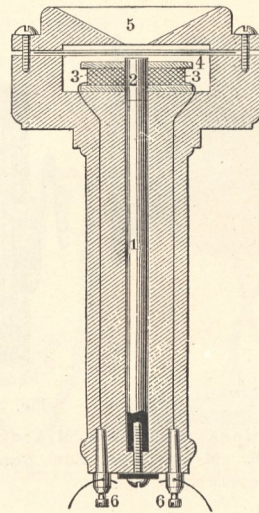


Fig. 1321.

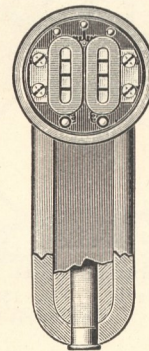


Fig. 1322.

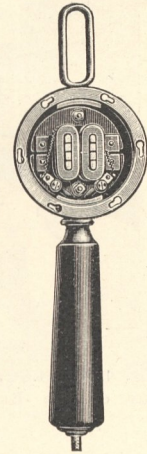


Fig. 1323.

Fig. 1321. Querschnitt des Telephons von Bell.

Fig. 1322. Fernhörer in Hufeisenform.

Fig. 1323. Fernhörer mit Ringmagneten.

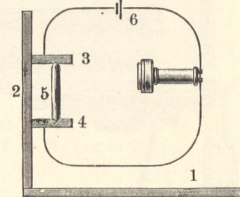


Fig. 1324. Mikrophon von Hughes.

#### 2. Mikrophon.

Als Sender für die Übermittlung der Sprache dient jetzt das kräftiger als das Telephon wirkende *Mikrophon*, dessen Grundform von Professor Hughes angegeben und in Fig. 1324

dargestellt ist. Mit einer Schallmembran 1, 2 sind zwei prismatische Kohlenstücke 3 und 4 verbunden; zwischen ihnen befindet sich das walzenförmige Kohlenstück 5, das mit seinen Zapfen lose in zwei Ausschnitten von 3 und 4 gelagert ist. Wenn gegen 2 gesprochen wird, gerät 2 mit den Kohlenstücken 3, 4 und 5 in leichte Schwingungen, die den Schallwellen gleichen. Entsprechend diesen Bewegungen werden die lockeren Kontakte zwischen 5 einerseits und 3 sowie 4 andererseits geändert und infolgedessen auch der Übergangswiderstand für den Strom einer elektrischen Batterie 6. Die Schwankungen des Widerstandes veranlassen wieder Änderungen der Stromstärke, und diese

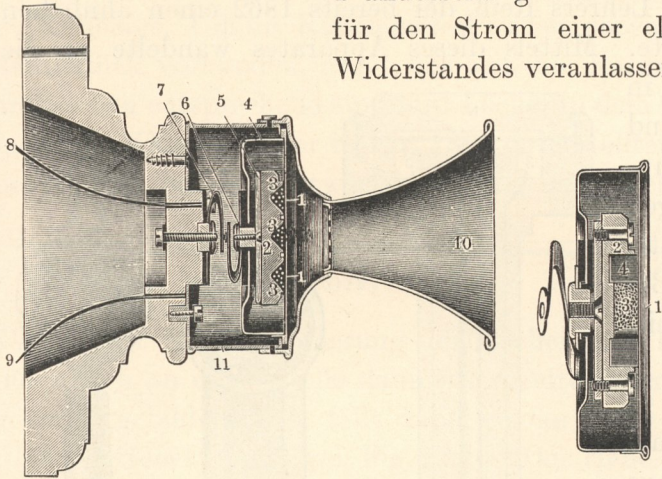


Fig. 1325.

Fig. 1326.

wirken wieder auf einen in den Stromkreis eingeschalteten Fernhörer in der vorher beim Telephon beschriebenen Weise ein, so daß an diesem die gesprochenen Laute vernehmbar sind.

Ein modernes Mikrophon ist in Fig. 1325 dargestellt; es besteht aus einer in einen Preßring eingespannten, runden Membran aus Kohle 1, gegen die gesprochen wird, sowie einem ebenfalls als runde Scheibe ausgebildeten Kohlenstück 2, in das runde Vertiefungen zur Aufnahme kleiner Kohlenkügelchen 3 eingelassen sind; die letzteren bilden zwischen der Membran 1 und dem hinteren

festen Kohlenstück 2 den veränderlichen Kontakt. Alle drei Teile sind in eine Kapsel 4 eingeschlossen. Das Kohlenstück 2 ist auf einer Metallplatte 5 angebracht, die ihrerseits von einer am Boden der Kapsel befestigten und von diesem durch Gummizwischenlagen isolierten Schraube 6 getragen wird. Durch die Schneckenfedern 7 wird das Kohlenstück 2 mit dem einen Pol der Mikro-

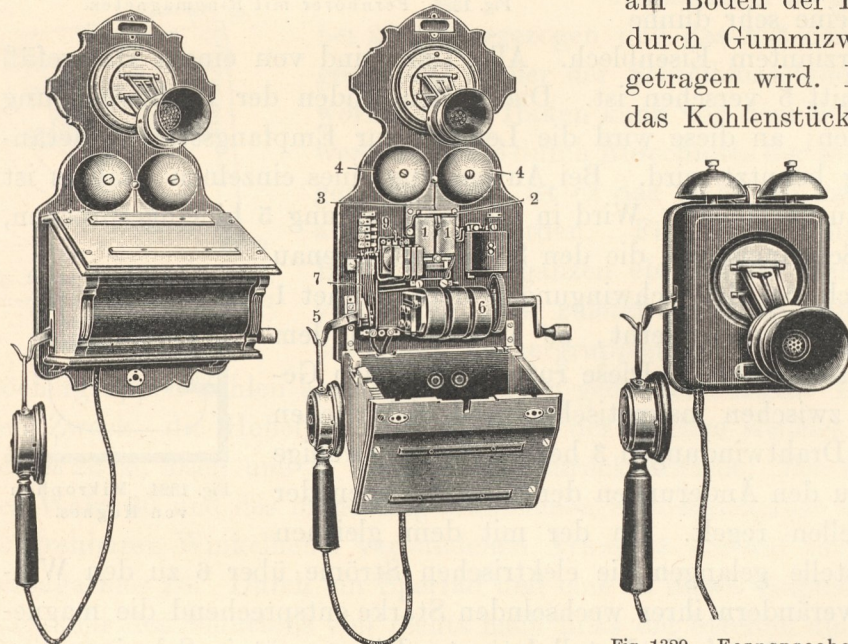


Fig. 1327. Fernsprecher, Wandgehäuse, geschlossen.

Fig. 1328. Fernsprecher, Wandgehäuse, geöffnet.

Fig. 1329. Fernsprecher, Wandgehäuse für Zentralbatteriebetrieb.

phonbatterie über den Zuführungsdraht 8 verbunden. Der andere Batteriepol liegt über die Zuführung 9 und die Metallwand 11 des alle Teile umfassenden Gehäuses an der beweglichen Membran 1. Der als Träger von 1 dienende Preßring kann mittels eines Gewindes verstellt werden, um den Druck zwischen 1 und 3 und somit den Übergangswiderstand zu regeln. Gesprochen wird in den Schalltrichter 10, der die Schallwellen auf die Kohlenmembran 1

richtet. Das beschriebene Mikrophon hat in der Ruhe einen elektrischen Widerstand von etwa 40 Ohm und wird da verwendet, wo für jeden Apparat eine besondere Mikrophonbatterie aufgestellt wird. Eine andere Form zeigt Fig. 1326. Hier bildet die Verbindung zwischen der beweglichen Kohlenmembran 1 und dem festen Kohlenstück 2 eine Schicht aus sehr feinen Kohlenkörnern, die von einem Filzring 4 eingeschlossen ist. Dieses Mikrophon hat 100—200 Ohm und wird bei der später beschriebenen Schaltung für Zentralbatterie verwendet. Es gibt noch eine ganze Anzahl anderer Arten von Mikrophonen; im Prinzip besteht kein Unterschied zwischen ihnen.

### 3. Fernsprechgehäuse.

Fernhörer, Mikrophon und die sonst noch erforderlichen Hilfsapparate werden für den praktischen Gebrauch in Fernsprechgehäusen vereinigt, die so gebaut sind, daß sie entweder an der Wand aufgehängt oder auf Tischen aufgestellt werden können. Fig. 1327—1331 zeigen einige der gebräuchlichsten Arten. Die Ausführung der Zubehörteile richtet sich danach, ob einzelne Mikrophonbatterien für jeden Apparat vorhanden sind oder eine einzige Batterie, eine sogenannte Zentralbatterie, die alle an ein Umschalteramt angeschlossenen Sprechstellen mit Strom versieht. Der Unterschied der beiden Betriebsarten ergibt sich aus den in Fig. 1332 und 1333 dargestellten Schaltungsskizzen. In Fig. 1332 bedeutet 1 die bei einem Amt aufgestellte Zentralbatterie, 2 ist das Mikrophon einer Sprechstelle, 3 der Hörer einer anderen Sprechstelle. Der Stromkreis der Zentralbatterie verläuft also über das Mikrophon 2 und den Hörer 3. Die beim Sprechen gegen 2 entstehenden Stromschwankungen wirken mithin auf die Membran des Fernhörers 3, in dem so die gesprochenen Laute vernehmbar sind. Nähere Einzelheiten über das Zentralbatteriesystem, das nur für Telephonämter mit einer großen Anzahl von Sprechstellen Verwendung findet, folgen S. 599. Sonst erhalten die Sprechstellen selbst Stromquellen, meist Trockenelemente, die den Mikrophonstrom hergeben (*Ortsbatterie*). Die dabei anzuwendende Schaltungsweise zeigt Fig. 1333. Der Stromkreis der Mikrophonbatterie steht nicht unmittelbar mit der Leitung in Verbindung, sondern ist in sich über 1, 2 und die primäre Wickelung eines Induktionsübertragers 4 geschlossen. Die in dieser Wickelung verlaufenden Mikrophonströme rufen in der sekundären Wickelung durch Induktion wiederum elektrische Ströme hervor, deren Stärke sich genau in dem Maße ändert wie die der Sprechströme in den primären Windungen. Die sekundäre Wickelung ist an die Leitung geschaltet, so daß die induzierten Ströme über diese zu dem Empfangsapparat 3 gelangen. Die verwendeten Induktionsspulen enthalten einen Kern aus geglühten Eisendrähten und darüber zwei Wickelungen aus dünnem isolierten Kupferdraht; die innere hat weniger Windungen mit geringem elektrischen Widerstand, die äußere zahlreiche Windungen mit höherem Widerstand.

Erfolgt die Stromversorgung nicht von einer Zentrale aus, so ist für das Sprechgehäuse ein Zusatzapparat erforderlich, mit dem das Vermittelungsamt oder eine andere Sprechstelle angerufen werden kann. Dazu dient der Induktor, der beim Drehen der in Fig. 1328 rechts sichtbaren Kurbel Weckströme in Form von Wechselstrom entsendet. Die Wirkungsweise eines solchen Induktors erklärt die schematische Skizze in Fig. 1334. Zwischen den beiden Polen 1 (Nordpol) und 2 (Südpol) eines hufeisenförmigen Dauermagnets wird eine aus zahlreichen isolierten Windungen bestehende Drahtspirale in drehende Bewegung versetzt. Da die Drahtwindungen hierbei die Kraftlinien des magnetischen Feldes schneiden, entsteht in ihnen ein Wechselstrom, der von den Ringen 3 und 4 durch zwei auf ihnen schleifenden Kontaktfedern 5 und 6 der Leitung zugeführt wird. Zur Verstärkung der Wirkung wird die Drahtspirale auf einen Kern aus weichem Eisen, den Anker, aufgewickelt. Meist verwendet man drei oder vier Dauermagnete, die nebeneinander angebracht sind, wie Fig. 1335

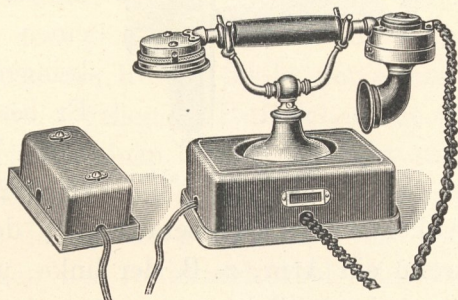


Fig. 1330. Fernsprecher, Tischgehäuse.

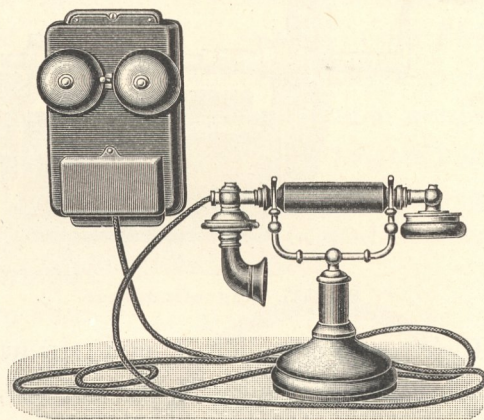


Fig. 1331. Fernsprecher, Tischgehäuse.

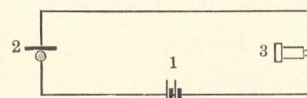


Fig. 1332. Mikrophonschaltung für Zentralbatterie.

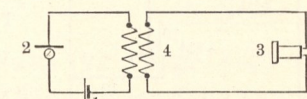


Fig. 1333. Mikrophonschaltung für Ortsbatterie.

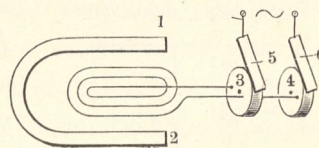


Fig. 1334. Schema des Induktoranrufers.

veranschaulicht. Um dem Anker eine ausreichende Umdrehungsgeschwindigkeit zu geben, wird die Handkurbel nicht unmittelbar, sondern durch Zahnradübersetzung an dem Anker befestigt. Der Anker ist in Fig. 1335 durch das Magnetgestell verdeckt. Die Induktorwicklung darf für gewöhnlich nicht in der Leitung liegen, weil der hohe Widerstand und die Selbstinduktion die Sprechströme schädigen würden. Sie wird deshalb nur beim Rufen an die Leitung geschaltet, indem die Kurbelachse beim Drehen eine seitliche Verschiebung erhält und dabei die rechts sichtbare, aus Federkontakten bestehende Umschaltvorrichtung betätigt. An diese sind die Drahtverbindungen so herangeführt, daß an Stelle des Sprechstromkreises beide Enden der Ankerwicklung mit der Leitung in Verbindung treten.

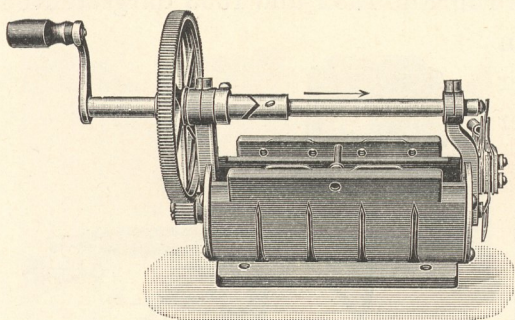


Fig. 1335. Magnetinduktor.

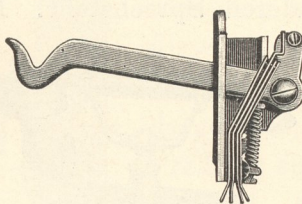


Fig. 1336. Hakenumschalter.

Die Induktorströme durchlaufen an der Empfangsstelle einen Wechselstromwecker und bringen diesen zum Anschlagen. Er besteht, wie an dem geöffneten Wandgehäuse in Fig. 1328 (S. 592) erkennbar ist, aus zwei Elektromagnetrollen 1 und einem Anker 2 aus weichem Eisen, der um eine feste Mittelachse drehbar gelagert ist, so daß, wenn ein Arm, z. B. der linke, vom linken Elektromagnet angezogen wird, der rechte sich vom rechten Elektromagnet entfernt. 2 trägt die Klöppelstange 3 mit einer Klöppelkugel, die beim Hin- und Hergehen des Ankers abwechselnd gegen die beiden Glockenschalen 4 schlägt. Den Eisenkernen beider Elektromagnete 1 und dem Anker 2 wird durch einen an der Gehäusewand befestigten Dauermagnet (in Fig. 1328 nicht sichtbar) ein bestimmter Magnetismus derart erteilt, daß beispielsweise die oberen Enden der Elektromagnetkerne mit ihren Polschuhen nordmagnetisch sind, während die ihnen zugekehrte untere Fläche des Ankers 2 süd magnetisch ist. In der Ruhelage ist die Anziehung beider Kerne auf 2 gleich stark. Ein eingehender Weckstrom hat zunächst eine solche Richtung, daß er den Nordmagnetismus des linken Kernes verstärkt, den des rechten aber aufhebt oder in Süd magnetismus umgekehrt. Infolgedessen wird der linke Arm von 2 kräftig vom linken Elektromagnet angezogen, vom rechten aber, da sich hier gleichartig magnetisierte Teile gegenüberstehen, abgestoßen; daher kippt 2 nach links hinüber. Im nächsten Augenblick wechselt der Weckstrom seine Richtung; links erfolgt nun die Abstoßung und rechts die Anziehung des Ankers. Die Klöppelkugel wird so abwechselnd gegen beide Glockenschalen geworfen. Durch eine Einstellvorrichtung kann der Anker 2 den Polschuhen der beiden Elektromagnete mehr oder weniger genähert werden. Auch der Abstand der beiden Glockenschalen von der Klöppelkugel ist regulierbar.

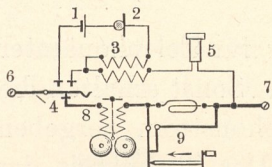


Fig. 1337. Reihenschaltung bei Lokalmikrophonbatterie.

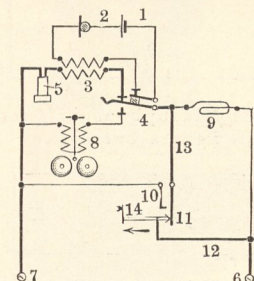


Fig. 1338. Schaltung bei Lokalmikrophonbatterie (Fernhörer abgehängt).

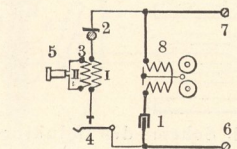


Fig. 1339. Ericssonsschaltung für Zentralbatteriebetrieb.

Der Wecker bleibt zur Entgegennahme des Anrufs nur so lange eingeschaltet, wie der Fernhörer an dem in Fig. 1328 links sichtbaren, beweglichen Haken 5 hängt. Mit diesem Haken ist nämlich eine aus Kontaktfedern bestehende Umschaltvorrichtung 7 verbunden. 6 ist der bereits beschriebene Induktor; 8 ist ein Kondensator zu 2 Mikrofara, dessen Zweck weiter unten erläutert wird; bei 9 befindet sich die mit zwei Wicklungen versehene Induktionsspule, deren Schaltung in Fig. 1333 dargestellt und deren Wirkungsweise oben beschrieben ist. Den erwähnten Hakenumschalter zeigt Fig. 1336 in größerem Maßstabe.

Die genannten Apparate werden je nach dem zur Anwendung gelangenden System in verschiedener Weise untereinander verbunden. Fig. 1337 zeigt eine sogenannte Reihenschaltung bei eigener Mikrophonbatterie. 1 bedeutet die mit dem Mikrophon 2 und der primären Wicklung

des Induktionsübertragers 3 in einen Stromkreis geschaltete Batterie. Dieser Stromkreis wird erst geschlossen, wenn der Schalter 4 nach Abnahme des Fernhörers aus der gezeichneten Stellung nach oben schnellt und infolgedessen eine Verbindung zwischen den oberhalb befindlichen Kontakten herstellt. Gleichzeitig werden auch Fernhörer 5 und die sekundäre Wickelung der Induktionsspule an die aus den Zweigen 6 und 7 bestehende Leitung gelegt. Der Apparat befindet sich dann in der Sprechstellung. In der gezeichneten Ruhestellung liegt der Wecker 8 dauernd zwischen den beiden Leitungszweigen. Der Induktor 9, mit dem die Rufströme zu entsenden sind, ist für gewöhnlich durch den gezeichneten Federkontakt kurzgeschlossen, so daß ihn die ankommenden Weckströme nicht durchlaufen. Will die Sprechstelle selbst Rufströme entsenden, so wird die Induktorkurbel gedreht; dabei verschiebt sich die Achse seitlich in der Pfeilrichtung und hebt so die lange Feder von der kurzen ab, so daß die Ankerwindungen in den Leitungsstromkreis eingeschaltet werden. Es darf nur bei angehängtem Fernhörer gerufen werden, damit der Induktor nicht über den Fernhörer und die sekundäre Wickelung des Übertragers kurzgeschlossen wird. Während des Rufens bleibt der eigene Wecker der Sprechstelle im Leitungsstromkreis, er gibt daher die abgehenden Rufzeichen mit wieder. Will man dies vermeiden, so hat man an dem Hakenumschalter einen dritten Kontakt anzubringen, wie in Fig. 1338 ersichtlich ist. Gerufen wird bei abgehängtem Fernhörer; der Wecker 8 ist dann, wie gezeichnet, von der Leitung abgeschaltet; beim Drehen der Induktorkurbel schließt sich der Federkontakt bei 10, so daß über diesen die Ankerwicklung von 9 in den Leitungsstromkreis geschaltet wird. Die ankommenden Ströme nehmen folgenden Verlauf: Leitungszweig 7, Fernhörer 5, sekundäre Wickelung des Induktionsübertragers 3, linker unterer Kontakt des Hakenumschalters 4, Draht 13, Kontakt 11, Induktorachse 14, Draht 12, Leitungszweig 6. Die abgehenden Sprechströme werden in dem Mikrophonstromkreis (1, 2, oberer Kontakt des Hakenumschalters 4, primäre Wickelung des Induktionsübertragers 3) erzeugt und gelangen durch die Induktionswirkung der primären auf die sekundäre Übertragerwicklung in den bei den ankommenden Sprechströmen bereits bezeichneten Weg. Bei angehängtem Hörer liegt der Hakenumschalter am rechten Kontakt, so daß an Stelle der Sekundärspule und des Fernhörers der Wecker 8 an der Leitung liegt.

Bei der Lieferung des Mikrophonstromes von einer Zentralbatterie aus (vgl. Fig. 1332) vereinfacht sich der Stromlauf bei den Sprechstellapparaten sehr wesentlich. Eine dieser Schaltungen, die sogenannte *Ericsson-Schaltung*, zeigt Fig. 1339; der Wecker 8 liegt mit dem zur Verriegelung des Gleichstromes der Zentralbatterie dienenden Kondensator 1 dauernd zwischen den beiden Leitungszweigen 6 und 7; beim Abnehmen des Fernhörers vom Haken 4 schließt letzterer den Stromkreis der Zentralbatterie über das Mikrophon 2 und die Spule I des Induktionsübertragers 3; an der Spule II des letzteren liegt der Fernhörer 5, der so mit den zugehörigen Leitungsschnüren aus dem Stromkreis der Zentralbatterie entfernt ist. Dies hat den Vorteil, daß der Fernhörer nicht vom Gleichstrom der Zentralbatterie beeinflusst wird.

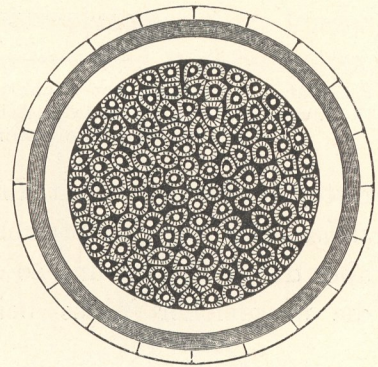


Fig. 1340. Durchschnitt eines Fernsprechkabels.

## II. Fernsprechzentralen.

Die Sprechstellen werden an eine Zentrale angeschlossen, welche die Verbindungen zwischen den einzelnen Sprechstellen herzustellen hat. Zur Verbindung der Sprechstellen mit der Zentrale dienen Leitungen aus Kupfer- oder Bronzedraht, die oberirdisch an Holzstangen längs der Straßen und an eisernen, auf Dächern aufzustellenden Gestängen geführt oder unterirdisch in Kabeln verlegt werden. In den Kabeln werden meist eine ganze Anzahl von Leitungen vereinigt, wie es der in Fig. 1340 dargestellte Durchschnitt eines Fernsprechkabels zeigt. Die einzelnen Leiter sind von einem isolierenden Papierstreifen so umgeben, daß in dem Hohlraum

zwischen Papier und Kupferleiter eine freie Luftschicht verbleibt; die zu einer Leitung gehörigen beiden Adern sind miteinander verseilt, die Aderpaare wieder mit den anderen Paaren. Die Kabelseele ist mit einem Nesselband umwickelt; darüber befindet sich ein geschlossener Bleimantel, der wiederum durch eine Armatur aus stählernen Fassondrähten geschützt wird, sofern das Kabel zur freien Verlegung in die Erde bestimmt ist. Man verwendet Kabel mit 50, 100, 200 usw. bis 500 Doppeladern. In die Vermittlungsstellen werden die Leitungen, gleichgültig, ob sie unterirdisch oder oberirdisch verlegt sind, durchweg mit Kabeln eingeführt. In Fig. 1341 ist der Verlauf einer teils unterirdisch, teils oberirdisch verlaufenden Anschlußleitung angedeutet; darin sind auch die Sicherungsvorrichtungen angegeben, die das Eindringen von atmosphärischer Elektrizität und von Strömen aus elektrischen Starkstromanlagen, z. B. elektrischen Bahnen, Licht- und Kraftanlagen, in die Sprechstellen, Vermittlungsämter und Kabel verhüten sollen.

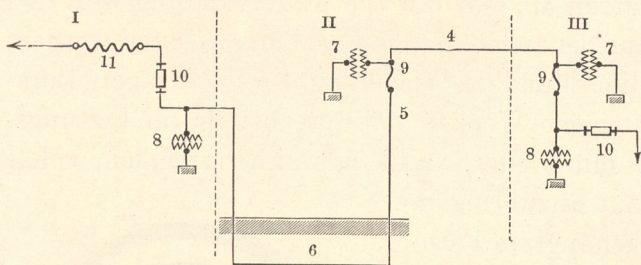


Fig. 1341. Verteilung der Sicherungen (I Vermittlungsamt, II Leitungsverlauf, III Sprechstelle; 4 oberirdische Leitung, 5 Kabelaufführungspunkt, 6 unterirdisches Kabel).

Die mit 7 bezeichneten Apparate bedeuten Blitzableiter mit gezackten, einander gegenüberstehenden Metallplatten, an denen die hochgespannte atmosphärische Elektrizität überspringt und zur Erde abgeleitet wird. 8 sind kleine, ebenfalls dicht einander gegenüberstehende Kohlenplatten, die demselben Zwecke dienen, aber noch empfindlicher wirken; durch sie werden Spannungsreste, die trotz der Blitzableiter 7 noch eingedrungen sind, zur Erde abgeleitet. 9 sind *Grobsicherungen*, die eine Stromstärke von etwa 3 Ampere aushalten, bei Überschreitung dieser Grenze aber durchbrennen und so die äußere Leitung von der inneren trennen; 10 sind *Feinsicherungen*, die in gleicher Weise bei einer weit geringeren Stromstärke, etwa 0,2—0,3 Ampere, den Stromweg unterbrechen. 11 in Fig. 1341 bedeutet ein Klemmenpaar; an der einen Klemme endigt die Außenleitung, an der anderen die Zuführung zum Apparatsystem des Vermittlungsamtes, beide Klemmen sind durch einen Schaltdraht verbunden. Die Klemmenpaare sämtlicher eingeführter Leitungen sind an einem sogenannten *Umschaltegestell* oder *Hauptverteiler* vereinigt. Mittels der Schaltdrähte können die Innenleitungen beliebig an die Außenleitungen angeschlossen werden.

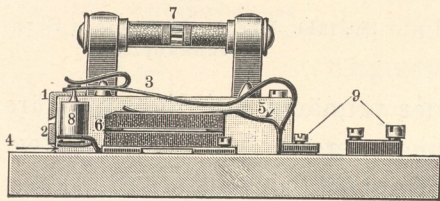


Fig. 1342. Sicherungen für eine Anschlußleitung (in einem Kästchen vereinigt; 1, 2 Groblitzableiter, 3, 4, 5 Blattfedern, 6 Feinblitzableiter, 7 Grobsicherungspatrone, 8 Feinsicherungspatrone, 9 Klemmen für die Leitungszuführungen).

Fig. 1342 zeigt eine Vorrichtung, an der oben die Grobsicherungspatrone 7 mit dem seitlich befindlichen Groblitzableiter 1, 2 sichtbar ist; die kleine Feinsicherungspatrone 8 ist zwischen den Federn 3 und 4 eingespannt, von der 4 durch 5 mit dem Feinblitzableiter 6, der aus zwei Kohlenplatten besteht, verbunden ist. Die Feinsicherung enthält im Innern eine kleine Wicklung aus feinem isolierten Draht, die um eine Lötstelle aus leicht schmelzbarem Woodschem Metall herumgeführt ist. Wird die Lötstelle durch einen in die Leitung eingedrungenen Fremdstrom erwärmt, so wird der oben aus der Patrone herausragende Stift gelockert und durch die infolgedessen nach oben schnellende Feder 3 von der Patrone getrennt.

Die Blitzableiter (Spannungssicherungen) und Schmelzsicherungen (Stromsicherungen) werden bei den Sprechstellen in kleinen besonderen Kasten angebracht.

### 1. Umschalteapparate.

Um die Leitungen der Sprechstelleninhaber beim Vermittlungsamt bedienen zu können, bedarf man besonderer Umschalteapparate. Diese enthalten in ihrer einfachsten Form die in Fig. 1343 gezeichneten Teile. Beide Zweige einer Anschlußleitung, z. B. 1 und 2 von I, sind über eine Klinke 5, aus zwei Kontaktfedern und einer metallischen Hülse bestehend, zu einem Elektromagnet 6 geführt, dessen Anker an einem wagerechten Arm einen hakenförmigen Ansatz trägt

und mit diesem eine Klappenscheibe festhält. Schickt die Sprechstelle über 1 und 2 Rufstrom mittels ihres Induktors, so wird der Anker (rechts) angezogen; der Arm mit Ansatz geht in die Höhe und gibt die Klappe frei, die nun abfällt. Zur Beantwortung des Anrufs hat das Amt den zweiteiligen Stöpsel 9 einer zweiaderigen Leitungsschnur 3, 4 in die Klinke 5 und gleichzeitig den Stöpsel 10 in die Klinke 11 einzuführen; an letztere ist der *Abfrageapparat* 12 des Amtes angeschaltet. Die voneinander isolierten Teile der Stöpsel 9 und 10 sind mit den gleichen Teilen der Stöpselschnur verbunden. Die beiden Adern der Schnur bestehen aus je einer Kupferlitze und einer isolierenden gesponnenen Hülle aus Seide oder Baumwolle; beide Adern sind durch eine weitere Umspinnung zu einer Schnur vereinigt. Fig. 1344 zeigt eine Klinke mit eingeführtem Stöpsel. Wenn in Fig. 1343 die Sprechstelle I eine Verbindung mit der Sprechstelle II verlangt, so wird der Stöpsel 10 aus der Klinke 11 entfernt und in die Klinke 7 eingeführt. Beide Teilnehmer sind nun über die Stöpselschnur unmittelbar miteinander verbunden. Da die langen Federn beider Klinken von den kurzen durch die Stöpsel abgehoben werden, sind die Klappenelektromagnete 6 und 8 abgeschaltet; zwischen den Schnuradern 3 und 4 liegt aber die Schlußzeichenklappe 13 „in Brücke“. Der anrufende Teilnehmer soll nämlich, wenn die Unterhaltung zwischen beiden Sprechstellen beendet ist, nochmals seine Induktorkurbel drehen. Durch diesen Strom wird dann der Anker der Klappe 13 angezogen; die niederfallende Klappe zeigt dem Amt den Schluß des Gespräches an, worauf die Stöpsel aus den Klinken 5 und 7 herausgezogen und in die Ruhelage gebracht werden. Einen *Umschalterschrank* mit derartigen Klinken und Klappen zeigt Fig. 1345. Zu jeder Leitung gehören zwei dicht nebeneinander sichtbare Klinken, die eine für den 1-Zweig, die andere für den 2-Zweig der doppeldräftigen Anschlußleitung. Der Abfrageapparat ist mit einer Schnur verbunden, deren Stöpsel in die Klinke einer rufenden oder anzurufenden Leitung eingeführt wird. Zwischen dem Klinken- und dem Klappenfeld befinden sich besondere Klinken und Klappen für die Fernleitungen, die dem Fernverkehr — zwischen verschiedenen Städten — dienen. Um die Dauer der Gespräche im Fernverkehr kontrollieren zu können, sind oben am Schrank Sanduhren angebracht, die beim Beginn eines Ferngespräches in Gang gesetzt werden. Zum Anrufen der Teilnehmer dient der rechts gezeichnete Induktor; der links gezeichnete Wecker wird nicht von den Teilnehmerleitungen aus unmittelbar betätigt, er liegt vielmehr in einem Ortsstromkreis, der durch eine niederfallende Klappe geschlossen wird. Der Wecker kann durch einen Umschalter außer Tätigkeit gesetzt werden. Schränke mit dieser oder ähnlichen Anordnungen werden hauptsächlich bei Ämtern mit geringer Teilnehmerzahl verwendet. Bei großen Ämtern benutzt man Umschalteschränke mit *Vielfachschaltung*. Ein solcher Schrank faßt 100—300 Anrufzeichen und Abfrageklinken für Teilnehmerleitungen. Damit aber jede Leitung an jedem Umschalter für eine auszuführende Verbindung erreichbar ist, sind alle Leitungen über die an jedem Umschalter angebrachten Vielfachklinken geführt. Fig. 1346 zeigt das Prinzip der Vielfachschaltung;

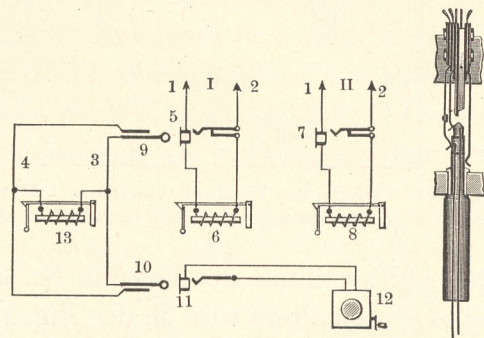


Fig. 1343.

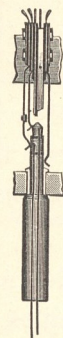


Fig. 1344.

Fig. 1343. Einfache Schaltung für Klappenschränke. Fig. 1344. Klinke mit Stöpsel.

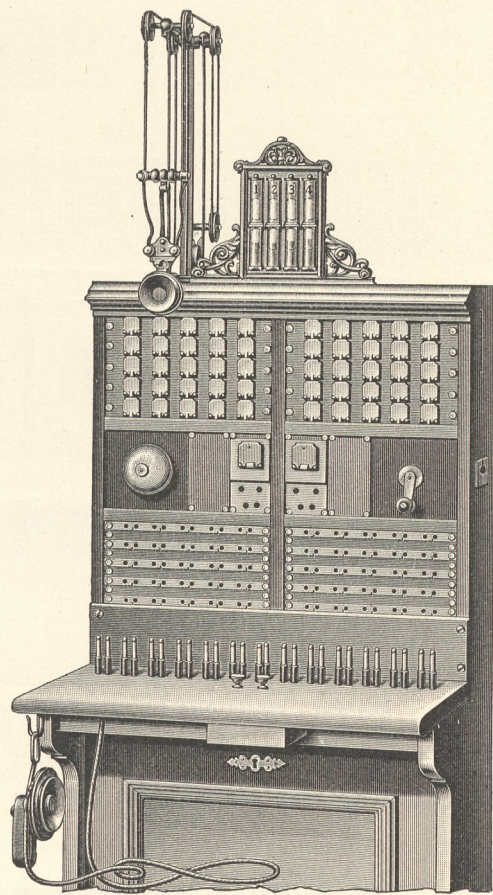


Fig. 1345. Klappenschrank für 50 Doppelleitungen mit eingebauten Fernleitungssystemen.

gezeichnet sind nur Teilnehmerleitung 30, die am Schrank I ihre Abfrageklinke 4 (dahinter auch das Anrufzeichen) hat, außerdem in den Klinken 3 über das Vielfachfeld aller Schränke

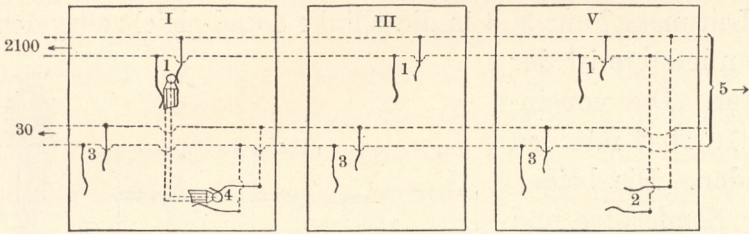


Fig. 1346. Prinzip der Vielfachschaltung (I, III und V sind Schränke; Schrank II und IV sind weggelassen; der Pfeil 5 bedeutet die Leitung zu weiteren Schränken).

der Abfrageklinke der Leitung Nr. 30 und der Vielfachklinke der Leitung 2100. Das Vielfachfeld eines Umschalters wird in der Fig. 1347 durch die hell schraffierten Teile dargestellt. Fig. 1348

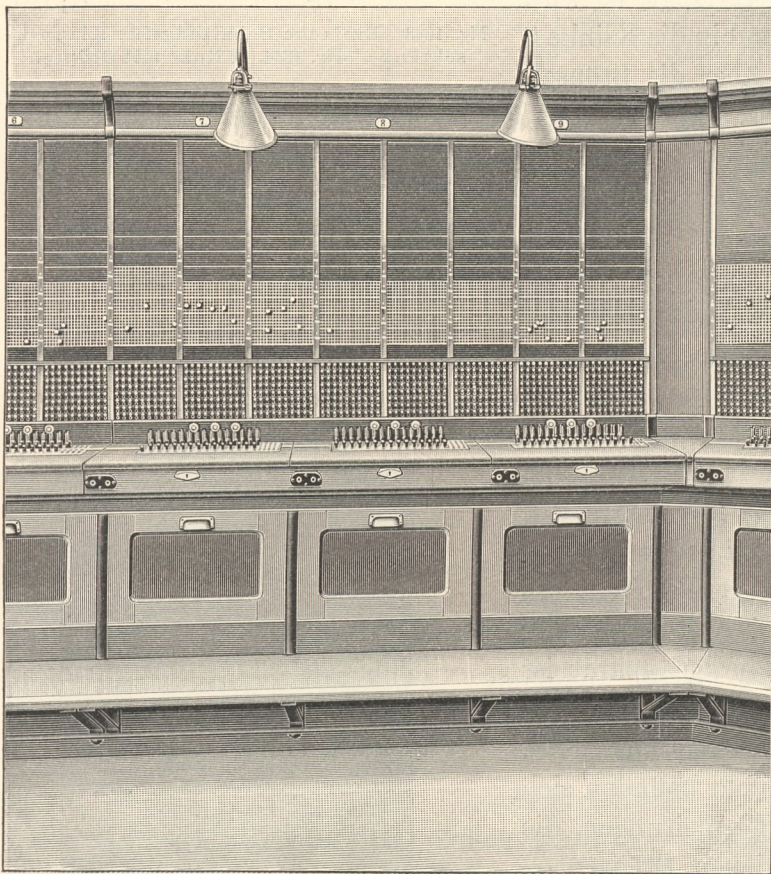


Fig. 1347. Vorderansicht eines Vielfachumschalters.

zu entsenden. Zur Erzeugung der Rufströme werden meist kleine Wechselstromgeneratoren benutzt, die aus dem Leitungsnetz vorhandener Starkstromanlagen angetrieben werden.

geführt ist, und die Teilnehmerleitung 2100, die im Vielfachfeld an die Klinke 1 herangeführt ist und an dem Schrank V an der Abfrageklinke 2 und dem dahinter liegenden Anrufzeichen endigt. An Schrank I ist mittels einer Stöpselschnur eine Verbindung zwischen den Teilnehmern Nr. 30 und 2100 hergestellt, und zwar unter Benutzung

der Abfrageklinke der Leitung Nr. 30 und der Vielfachklinke der Leitung 2100. Das Vielfachfeld eines Umschalters wird in der Fig. 1347 durch die hell schraffierten Teile dargestellt. Fig. 1348 zeigt einen Klinkenstreifen mit Vielfachklinken. Die in Fig. 1347 unter den Vielfachklinken befindlichen Felder nehmen die Abfrageklinken und die als kleine helle Kreise erscheinenden Anrufzeichen auf. Als solche dienen kleine Glühlampen, die von den in die Teilnehmerleitungen eingeschalteten Anrufrelais unter Strom gesetzt und so zum Aufleuchten gebracht werden. Die Anordnung der Glühlampen mit den Abfrageklinken geht aus Fig. 1349 hervor. In die Schnüre der aus dem tischförmigen Ansatz herausragenden Stöpsel (Fig. 1347) sind die vor den Stöpseln sichtbaren Sprechumschalter eingeschaltet. Sie haben drei Stellungen und dienen dazu, eine Teilnehmerleitung an den Abfrageapparat anzuschalten (*Abfragestellung*) oder die zur Verbindung mit einer anderen Leitung erforderliche Schaltung herzustellen (*Durchsprechstellung*), oder endlich Rufstrom nach der angerufenen Teilnehmerstelle

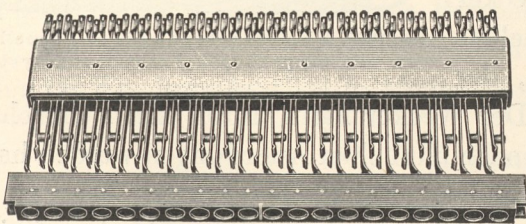


Fig. 1348. Vielfachklinkenstreifen.

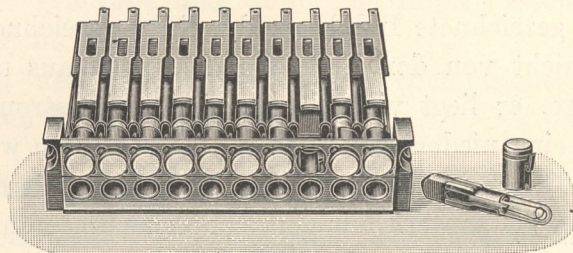


Fig. 1349. Abfrageklinken mit Glühlampen.

Auch bei dem Vielfachsystem wird teilweise noch jede Sprechstelle durch eine eigene Batterie mit Mikrophonstrom versehen; in diesem Falle stellt man aber auf dem Vermittlungsamt eine



besondere Batterie auf, die an alle zur Verbindung zwischen den Teilnehmern dienenden Stöpselschnüre gelegt wird. Diese hat den Zweck, an besonders eingebauten Schlußzeichen (Galvanoskop) anzuzeigen, daß die Teilnehmer nach Beendigung des Gespräches wieder den Fernhörer an den Haken ihres Apparates angehängt haben und die Leitungen wieder frei sind. Die dabei benutzte Schaltung zeigt Fig. 1350. Wenn der Sprechstellenhörer abgenommen ist, wie bei Sprechstelle I, so wird der Stromkreis der Schlußzeichenbatterie durch den Kondensator 1 unterbrochen; das Schlußzeichen 11 kann dann nicht erscheinen. Wird der Hörer angehängt, wie bei Sprechstelle II, so findet der Strom der Batterie 5 einen Weg über den Wecker 4; das Schlußzeichen 12 wird somit betätigt. 6 ist eine Drosselspule mit hoher Selbstinduktion, die verhindert, daß die Sprechströme ihren Weg über die durch 5 und die Schlußzeichen gebildete Brücke nehmen. Zwischen den beiden zu einer Verbindung benutzten Stöpselschnüren muß ein Kondensator eingeschaltet werden, damit die Stromkreise beider Schlußzeichen voneinander getrennt bleiben.

## 2. Zentralbatteriesystem.

Bei den modernen Ämtern mit Vielfachbetrieb wird aber fast durchweg das System der Zentralbatterie benutzt. Letztere liefert nicht nur den Strom für die Schlußzeichen, sondern auch den Strom für die Mikrophone der Sprechstellen und für die Anrufrelais sowie für die Signallampen des Vermittelungsamtes. Die mannigfachen Schaltungen dabei verfolgen alle den Zweck, die Bedienung beim Vermittelungsamt möglichst einfach und sicher zu gestalten und eine Beeinflussung zwischen verschiedenen Leitungen fernzuhalten. Der Stromlauf eines modernen Amtes, das in Anlehnung an das Ericsson-System eingerichtet ist, geht aus Fig. 1351 hervor. Von den bisher noch nicht erwähnten Hilfsapparaten findet sich darin ein Gesprächszähler (19 und 20), der ebenfalls von der Zentralbatterie be-

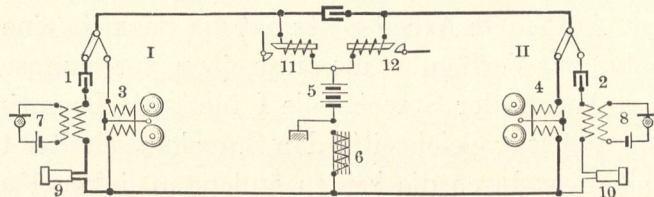


Fig. 1350. Selbsttätige Schlußzeichengebung, Kondensator im Sprechstromkreis (1 und 2 Kondensatoren zur Verriegelung des Sprechstromkreises gegen die Schlußzeichenbatterie; 3 und 4 Wecker; 5 Schlußzeichenbatterie; 6 Drosselspule; 7 und 8 Mikrophone; 9 und 10 Telephone [davon 9 abgehängt, 10 abgehängt]; 11 und 12 Schlußzeichen).

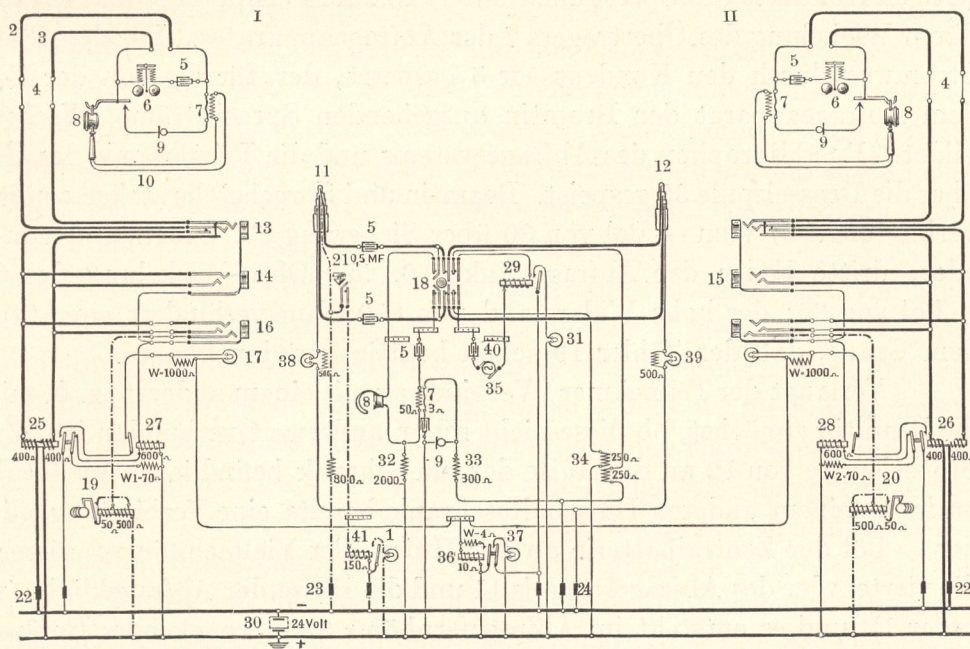


Fig. 1351. Stromlauf eines Fernsprechamtes mit Zentralbatteriebetrieb.

tätigt wird und den Zweck hat, für jede Teilnehmerleitung die Zahl der von ihr verlangten Gespräche aufzuzeichnen, um danach die Gebühren zu berechnen. Er kann erst in Tätigkeit treten, wenn die Zählertaste 21 niedergedrückt wird. Im übrigen ist die Schaltung folgende.

Die von der Sprechstelle I kommende Doppelleitung 2, 3 führt über einen Hauptverteiler 4, ferner über die mit doppelten Unterbrechungskontakten versehene Klinke 13 eines Vorschalterschrankes, über zwei getrennte Wicklungen des Anrufrelais 25 zu den Polen der Zentralbatterie 30; im Zweig 2 liegt die Sicherung 22. Nach den auf dem Vielfachklinkenfeld sich wiederholenden Klinken 14 und der nur einmal vorhandenen, mit der Anruflampe 17 auf einem bestimmten Schrank befindlichen Anruflinke 16 zweigen sich von der Hauptleitung Drahtverbindungen in

Parallelschaltung ab. Der Stromkreis der Zentralbatterie ist bei der Sprechstelle durch den in einer Reihe mit dem Wecker 6 liegenden Kondensator 5 unterbrochen. Hebt der Teilnehmer seinen Fernhörer 8 (durch die Leitungsschnur 10 mit der sekundären Wickelung des Übertragers 7 verbunden) von dem beweglichen Haken ab, so legt sich dieser gegen den unteren Kontakt und schließt den Kreis der Zentralbatterie über das Mikrophon 9 und die primäre Wickelung des Übertragers 7. Infolgedessen zieht auf dem Amt das Anrufrelais 25 seinen Anker an und setzt mittels seines Ankerkontakts und über den Ruhekontakt eines zweiten Relais 27, des sogenannten *Trennrelais*, die Anruflampe 17 und das Kontrollrelais 36 unter Strom: 17 leuchtet auf und gleichzeitig unter Wirkung von 36 auch die Kontrolllampe 37, von der sich an jedem Arbeitsplatz eine befindet, und die anzeigen soll, daß an dem betreffenden Schrank ein Anruf eingegangen ist. Auf jedem Arbeitsplatz hat die Beamtin eine Anzahl von Schnurpaaren 11 und 12 (meist vierzehn) zur Verfügung, die an je einen Sprechumschalter 18 angeschlossen sind. Zur Beantwortung des Anrufs der Sprechstelle I führt die Beamtin den Abfragestöpsel 11 in die Abfrageklinke 16 ein und legt gleichzeitig den Sprechumschalter 18 in die Abfragestellung (in der Zeichnung nach links), wodurch die beiden äußersten linken Federn mit den ihnen benachbarten in Berührung kommen. Damit eröffnen sich drei neue Stromwege: 1) vom — Pol der Zentralbatterie über die Sicherung 24, Schlußzeichenlampe 38, vierte Ader der Abfragestöpselschnur, Hülse der Abfrageklinke 16, Wickelung des Trennrelais 27 zum + Pol von 30; die Schlußzeichenlampe 38 leuchtet indes nicht auf, da die Stromstärke wegen des hohen Widerstandes von 27 dazu nicht ausreicht. Dagegen zieht 27 seinen Anker an und unterbricht den Stromkreis der Anruflampe 17, die somit erlischt; 2) von den Leitungszweigen 2 und 3 der Anschlußleitung über die beiden oberen Federn der Abfrageklinke 16, die beiden ersten Adern der Stöpselschnur 11, über die linksseitigen Kontakte des Sprechumschalters 18 zum Fernhörer 8 der Schrankbeamtin und zur sekundären Wickelung des Übertragers 7 des Abfrageapparates. Für den Gleichstrom von 30 ist dieser Stromweg durch den Kondensator 5 gesperrt, der für die von der Teilnehmersprechstelle und dem Abfrageapparat der Beamtin ausgehenden Sprechströme (Wechselströme) kein Hindernis bildet. Das Mikrophon des Abfragesystems und die Primärspule des Übertragers werden von 30 über die Drosselspule 33 gespeist. Beamtin und Sprechstelle stehen somit in unmittelbarer Sprechverbindung. 3) Vom — Pol von 30 über Sicherung 23, Widerstand von 800 Ohm, dritte Schnurader, dritte Feder der Abfrageklinke 16, 500 Ohm-Wickelung des Gesprächszählers 19 zum + Pol von 30; der hohe Widerstand von 800 Ohm verhindert ein Ansteigen des Stromes bis zu dem Grade, daß der Zähler 19 schon betätigt werden könnte.

Verlangt der Teilnehmer I Verbindung mit einem anderen, z. B. mit Sprechstelle II, so prüft die Beamtin zunächst, ob diese nicht schon anderweit verbunden ist. Zu diesem Zwecke wird die Stöpselspitze von 12 an die Hülse der am Schrank befindlichen Vielfachklinke 15 gelegt. Besteht an irgendeinem anderen Umschalteschrank bereits eine Verbindung mit dieser Leitung, so liegt der — Pol der Zentralbatterie an der Hülse aller Vielfachklinken dieser Leitung, und zwar über die vierte Ader des Abfragestöpsels 11 und die Hülse der Abfrageklinke (vgl. den obigen Stromweg unter 1), und es entsteht im Abfragefernörer 8 ein knackendes Geräusch, da der + Pol von 30 über die Drosselspule 32, 8, die zwei linken oberen Federn sowie die dritte und vierte Feder von 18 (bei Stellung nach links) und die erste Schnurader mit der Stöpselspitze von 12 verbunden ist. Bleibt das Prüfgeräusch aus, so ist die Leitung frei: der Stöpsel 12 wird dann vollständig in die Klinke 15 hineingesteckt. Zum Wecken des Teilnehmers II wird hiernach der Sprechumschalter 18 nach rechts hinübergelegt; dadurch erhalten die beiden ersten Schnuradern von 12 und damit die Anschlußleitung über die oberen und unteren drei rechten Federn von 18 Verbindung mit der *Rufmaschine* 35, die Wechselströme von etwa 60 Volt und 15 Perioden absendet und den Wecker der Sprechstelle II betätigt. Zur Abflachung der Wechselströme ist der Rufmaschine ein Kondensator 40 von 10 Mikrofaraad vorgeschaltet; der Rufstrom durchfließt ein Relais 29, das seinen Anker anzieht und die Lampe 31 aufleuchten läßt, so daß an dieser erkannt werden kann, ob der Rufstrom wirklich abgeht. Gleichzeitig mit der Rufstrommaschine wird über

die geteilte Drosselspule 34 auch die Gleichstromquelle 30 an die Schnuradern gelegt, so daß das Anrufrelais seinen Anker dauernd festhält und der Anker nicht infolge des abgesandten Wechselstromes in vibrierende Schwingungen gerät. Der über die 600 Ohm-Wicklung des Trennrelais fließende Strom erlangt daher nicht die genügende Stärke, um die Schlußzeichenlampe 39 aufleuchten zu lassen. Nach Beendigung des Rufens fällt der Anker von 26 wieder ab und stellt für den bisher 28 durchlaufenden Strom einen anderen Weg über den kleineren Widerstand von 70 Ohm her; die Stromstärke wächst in diesem Kreise dadurch so weit an, daß die Schlußzeichenlampe 39 aufleuchtet. Sie erlischt erst wieder, wenn der gerufene Teilnehmer zum Melden seinen Fernhörer abhebt und dadurch das Anrufrelais zum Anziehen seines Ankers veranlaßt. Aus der Rufstellung kehrt der Sprechumschalter selbsttätig in die Durchsprechstellung (die in der Figur gezeichnete) zurück. Beide Sprechstellen sind dann über die Stöpselschnüre 12 und 11 und die mittleren Federn von 18 in Verbindung; die Kondensatoren 5 lassen die Sprechströme ungehindert durch. Die Sprechstellenmikrophone werden von 30 über die Anrufrelais, die ihre Anker angezogen halten, gespeist. Hängen die Teilnehmer ihre Hörer nach Beendigung des Gespräches wieder an, so werden die Anrufrelais stromlos und lassen ihre Anker fallen. Wie vorher angegeben, werden dann die Trennrelais durch geringere Widerstände (70 Ohm) überbrückt, und die Schlußzeichenlampen 38 und 39 leuchten auf, wonach die Beamtin die Verbindung trennt. Die Zählung des Gesprächs erfolgt nach Ausführung der Verbindung, indem die Beamtin die Zähltaste 21 niederdrückt und dabei den Widerstand von 800 Ohm durch das Zählerkontrollrelais 41 mit nur 150 Ohm Widerstand überbrückt. Der Strom im obigen Weg unter 3) erhält dann genügende Stärke, um den Zähler 19 zum Anziehen seines Ankers zu veranlassen, der nach erfolgter Anziehung von der Haltewicklung mit 50 Ohm festgehalten wird. Die Kontrolllampe 1 zeigt die erfolgte Zählung an.

Die Zentralbatterie ist mit dem einen Pol geerdet, um ein Übersprechen zwischen verschiedenen Verbindungen zu vermeiden. Den Anruf- und Schlußzeichenlampen sind passende Widerstände parallel geschaltet, die verhindern, daß beim etwaigen Durchbrennen einer Signallampe der Stromkreis unterbrochen und dann das Prüfen auf Besetztsein unmöglich wird; auch wird dadurch in solchem Falle die Wirksamkeit der Kontrolllampe erhalten, die erkennen läßt, daß ein Anruf eingegangen ist, den die Anruflampe nicht angezeigt hat.

**Nebenanschlüsse.** Mit dem Anwachsen der Ortsfernspereinrichtungen hat die Anschaltung von Nebenanschlüssen an die Sprechstellen der Hauptanschlüsse mehr und mehr Verbreitung gefunden. Zur Verbindung der Nebenanschlüsse mit anderen Teilnehmern dient die von der Hauptstelle zum Vermittelungsamt führende Amtsleitung, die so bedeutend mehr ausgenutzt werden kann als bei einem einfachen Anschluß. Die zur Verbindung der Hauptstelle mit den Nebenstellen anzuwendenden Schaltungen richten sich nach der Schaltungsweise der Fernsprechzentrale. Wenn nur eine Nebenstelle vorhanden ist, die über die Hauptstelle mit dem Amte verkehren soll, so wird ein Zwischenstellenumschalter benutzt; bei einer größeren Zahl ist ein Umschalteschrank erforderlich, oder es wird von der Reihenschaltung Gebrauch gemacht. Bei Verwendung von Umschalteschranken bei der Hauptstelle, die entweder mit gewöhnlichen Klappen, Rückstellklappen, Schauzeichen oder Lampensignalen ausgerüstet werden, vollzieht sich der Verkehr zwischen Haupt- und Nebenstellen in gleicher Weise wie zwischen dem Amt und den Teilnehmern. Der Verkehr zwischen Nebenstellen und Amt erfordert indessen ziemlich verwickelte Schaltungen.

Die Bedienung der Apparate bei der Hauptstelle gestaltet sich einfacher, wenn statt der bisher beschriebenen Schaltungsweise eine sogenannte Reihenschaltung verwendet wird. Diese ist mit Vorteil anwendbar, wenn die zwischen den Haupt- und Nebenstellen verlaufenden Leitungen von nicht zu großer Länge sind. Die Amtsleitung durchläuft dann außer der Hauptstelle nacheinander alle Nebenstellen; jede Nebenstelle kann sich, ohne daß erst die Hauptstelle angerufen wird, in die Amtsleitung einschalten. Hauptstelle und Nebenstellen sind außerdem durch so viele Leitungen verbunden, wie Stellen vorhanden sind; je eine Leitung endigt auf der

ihr zugeteilten Nebenstelle, ist aber auch bei allen anderen Nebenstellen über einen sogenannten *Linienwähler* geführt, an dem jede Stelle sich in die Leitung einschalten kann, um mit der zu dieser Leitung gehörigen Nebenstelle unmittelbar in Verkehr zu treten. Eine Vermittlung der Hauptstelle ist auch hierbei nicht nötig. Die Amtsleitung ist auf allen Nebenstellen mit einem Schauzeichen versehen, an dem zu erkennen ist, ob die Leitung etwa auf einer anderen Stelle bereits besetzt ist. Wenn eine Nebenstelle vom Amt aus gewünscht wird, so muß allerdings erst die Hauptstelle angerufen werden, um den Anruf weiterzugeben.

Zur besseren Ausnutzung der Amtsleitungen wird neuerdings auch die Parallelschaltung mehrerer Teilnehmeranschlüsse zu einer Amtsleitung angewendet, besonders bei solchen Stellen, die allein eine Amtsleitung nicht hinreichend ausnutzen. Die in Abzweigung zur Amtsleitung befindlichen Sprechstellen heißen *Zweig-* oder auch *Gruppen-* oder *Gesellschaftsanschlüsse*.

Beim Betriebe mehrerer Fernsprechämter in einem Orte dienen zum Verkehr dieser untereinander besonders geschaltete Verbindungs- und Dienstleitungen; auf den letzteren tauschen die Beamtinnen ihren dienstlichen Verkehr aus, mit den ersteren werden die Verbindungen zwischen den an verschiedene Ämter angeschlossenen Teilnehmern hergestellt. Beim *Dienstleitungsbetrieb* verlangt die Beamtin des ersten Amtes von der Beamtin des zweiten Amtes den anzurufenden Teilnehmer in einer Verbindungsleitung, ruft ihn selbst an und überwacht die Verbindung. —

Während man in großen Städten allgemein eine Dezentralisation der Fernsprechvermittlung durch Einrichtung mehrerer Teilämter anstrebt, hat man in Hamburg beim Bau der neuen Fernsprechzentrale umgekehrt den Betrieb acht einzelner Ämter zu einem zusammengefaßt. Das Zentralamt umfaßte im ersten Ausbau 40 000 Teilnehmer, ist aber schon um weitere 20 000 erweitert worden. Grundlegend für die Gestaltung der technischen Einrichtung ist die von dem schwedischen Ingenieur Arven angegebene Verteileranordnung, die es ermöglicht, den Anruf eines Teilnehmers immer sogleich zu beantworten und die gewünschte Verbindung von einer nicht beschäftigten Beamtin herstellen zu lassen. Zu diesem Zweck ist das Amt in drei Abteilungen A, B und C unterteilt. Die Beamtinnen im A-Amt beobachten die Anrufe; sobald ein Anrufzeichen aufleuchtet, schalten sie an die Teilnehmerleitung mittels einer sogenannten Verteilerleitung einen zurzeit nicht beschäftigten Arbeitsplatz des B-Amtes an. Die B-Beamtin fragt den Teilnehmer nur, zu welcher Gruppe der von ihm verlangte Anschluß gehört, und benachrichtigt dann sofort auf einer Dienstleitung einen freien Arbeitsplatz der genannten Gruppe des C-Amtes. Die C-Beamtin schaltet sich wiederum sogleich in die ihr bezeichnete Verteilerleitung ein, fragt den Teilnehmer nach der gewünschten Anschlußnummer und stellt die Verbindung her. Es bestehen beim C-Amt vier Gruppen (I—IV) zu je 10 000 Teilnehmerleitungen. Die Gruppenbildung ist dadurch veranlaßt, daß in den Klinkenfeldern der Vielfachumschalter nicht mehr als 10 000 Klinken vereinigt werden können, ohne die Übersichtlichkeit und das sichere Arbeiten zu gefährden. Es sind also an der Herstellung jeder Verbindung drei Beamtinnen beschäftigt, und dennoch wird eine Schnelligkeit in der Bedienung der Teilnehmer erreicht, die bisher nicht bekannt war. Dieses Ergebnis ist der vorzüglichen Wirkungsweise der technischen Einrichtungen und dem ohne alle Reibungen erfolgenden Ineingreifen der verschiedenen Teile zu verdanken. Die Einzelheiten der Anordnung ergeben sich aus folgendem. Das Verteiler-(A-)Amt enthält für 40 000 Teilnehmerleitungen 50 tischförmige Umschalter mit je 800 Anrufampen und je 90 Verteilerleitungen. Die Verteilerleitungen endigen in Stöpseln; neben jedem Stöpsel befindet sich eine Freimeldelampe, die so lange leuchtet, wie der B-Arbeitsplatz, an dem sie auf Anrufzeichen liegt (vgl. das Stromlaufschema Fig. 1352, S. 603), unbeschäftigt ist und die Verteilerleitung nicht etwa im C-Amt besetzt gehalten wird. Ruft ein Teilnehmer an, was durch einfaches Abheben seines Fernhörers geschieht, so zeigt sich bei der Anrufampe, z. B. des in Fig. 1352 als zur Gruppe II gehörig bezeichneten Teilnehmers, ein flackerndes Aufleuchten; die A-Beamtin nimmt auf dieses Zeichen den Stöpsel einer Verteilerleitung, deren B-Platz durch die Freimeldelampe als unbeschäftigt gekennzeichnet ist, und führt ihn in die Klinke der rufenden Leitung ein. Dadurch erlischt das Anrufzeichen im A-Amt, und die Anrufübertragungslampe im Abfrage-(B-)Amt leuchtet auf; vgl. Fig. 1352. Im Abfrageamt sind

die Anrufübertragungslampen auf tischförmigen Umschaltern zu je 30 vereinigt; zu jeder Verteilerleitung gehört eine Abfragetaste. Außer den genannten Rufzeichen und Tasten enthält jeder Tisch noch Dienstleitungen, die zum C-Amt führen, und zwar je 18 für jede der vier C-Gruppen, im ganzen also 72. Diese Dienstleitungen endigen an sogenannten Dienstleitungstasten. An den zugehörigen Freimeldelampen ist zu erkennen, ob der C-Arbeitsplatz, zu dem die Leitung führt, frei oder beschäftigt ist. Wenn das Anrufzeichen einer Verteilerleitung am B-Platz infolge der oben beschriebenen Stöpselung des A-Amtes aufleuchtet, drückt die B-Beamtin die Abfragetaste nieder, schaltet dadurch ihren Apparat an und fragt den Teilnehmer nach der Gruppe des gewünschten Anschlusses. Gehört dieser beispielsweise zur Gruppe I, so drückt die B-Beamtin die Dienstleitungstaste einer Dienstleitung zu einem freien Arbeitsplatz der Gruppe I des Verbindungs-(C-)Amtes, schaltet sich damit in diese eine und nennt der C-Beamtin die Nummer der zu bedienenden Verteilerleitung. Der Hörapparat der C-Beamtin ist, solange sie nicht beschäftigt ist, dauernd mit den Dienstleitungen verbunden. Nach Empfang der Nummer der Verteilerleitung stöpselt sie an ihrem Vielfachschrank die Klinke dieser Leitung, fragt nach der gewünschten Nummer, legt den zur Verbindungsschnur gehörigen Sprechumschalter in die Verbindungsstellung und führt den zweiten Stöpsel in die Klinke der verlangten Leitung, beispielsweise in die Klinke der in Fig. 1352 gezeichneten Leitung der Teilnehmergruppe I. Das Anrufen dieses Teilnehmers erfolgt automatisch, indem eine Rufmaschine alle 6 Sekunden einen Strom von je 1 Sekunde Dauer in die Leitung schickt, bis der gerufene Teilnehmer seinen Hörer zur Beantwortung des Rufes abgenommen hat. Sobald beide Teilnehmer nach Beendigung des Gespräches ihren Hörer wieder anhängen, leuchten an dem C-Platz die jeder Verbindungsschnur beigegebenen Überwachungslampen auf; die C-Beamtin trennt die Verbindung, was gleichzeitig bewirkt, daß am A-Platz die Anruflampe, die vorher beim Anruf Flackerzeichen abgab, jetzt ruhig aufleuchtet. Auf dieses Zeichen hin trennt auch die A-Beamtin die Verbindung zwischen der Teilnehmer- und der Verteilerleitung. Die B-Beamtin war nach Benachrichtigung der C-Beamtin bereits ausgeschieden und hatte mit der Verbindung nichts mehr zu tun. Wie in Fig. 1352 angedeutet, durchlaufen die Verteilerleitungen die Vielfachumschalter aller C-Gruppen, so daß sie an jedem C-Platz auf vorherige Benachrichtigung des B-Amtes erreichbar sind. Damit die Arbeitskraft der B-Beamtinnen, deren Tätigkeit bei der Ausführung der Verbindungen nach obigen Ausführungen nur kurze Zeit in Anspruch nimmt, genügend ausgenutzt werden kann, sind die Freimeldelampen der Verteilerleitungen an den A-Plätzen so geschaltet, daß sie einen B-Platz erst dann als beschäftigt kennzeichnen, wenn die betreffende Beamtin zwei Verbindungen zu erledigen hat.

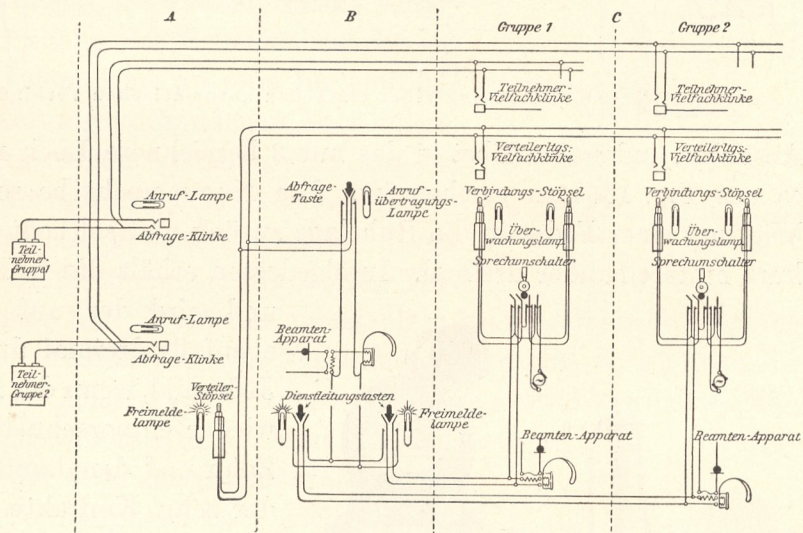


Fig. 1352. Schaltung der Umschalteschranke im Ortsfernsprechamt Hamburg.

Die Verteilerleitungen sind auch in Vielfachschaltung über besondere Schränke, die sogenannten *Meldeverteiler*, geführt. An diesen werden Verbindungen der Teilnehmer mit dem Fernamt, den noch vorhandenen kleinen Vermittlungsanstalten in einzelnen Vororten, der Aufsichts- und Störungsstelle usw. vermittelt. Die Arbeitsplätze des Meldeverteilers sind mit den B- und C-Plätzen sowie den sonst genannten Stellen durch Dienst- und Verbindungsleitungen verbunden; die Bedienung der Teilnehmerleitungen erfolgt in der gleichen Weise wie im C-Amt. Der Dienstbetrieb an den Abfrage- und Verbindungsplätzen wird von zwei in besonderen Räumen untergebrachten Kontrollstellen überwacht.

### 3. Selbstanschlußämter.

In neuerer Zeit werden auch Selbstanschlußämter errichtet, bei denen eine Bedienung durch Beamte nicht erforderlich ist, sondern die von einer Teilnehmerstelle aus gewünschte Verbindung automatisch hergestellt wird. Solche *automatische Fernsprechämter* bestehen in Deutschland schon in München, Hildesheim und Altenburg. Das dabei verwendete System ist von Siemens & Halske nach dem amerikanischen System Strowger ausgebildet worden. Das, allerdings nur auf den einfachsten Fall, nämlich auf ein Amt mit zehn Teilnehmern, zutreffende

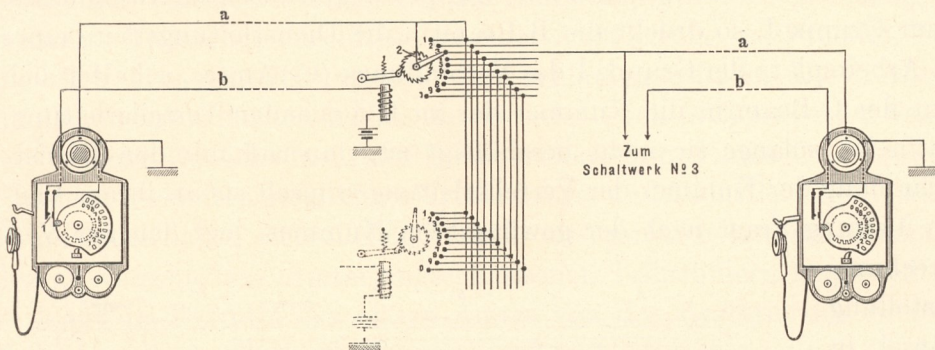


Fig. 1353. Grundschriftung einer einfachen automatischen Verbindung.

Prinzip der Schaltung ist aus Fig. 1353 ersichtlich. Dargestellt sind nur die Teilnehmeranschlüsse 1 und 3. Wünscht der Teilnehmer 1 mit dem Teilnehmer 3 zu sprechen, so führt er die an seinem Apparat befindliche drehbare *Nummerscheibe* von der Zahl 3 ab bis zu einem

Anschlag, indem er dabei in das mit 3 bezeichnete Loch seinen Finger einführt, in der Art, wie es aus Fig. 1354 zu ersehen ist. Die Nummerscheibe schnellt nach dem Loslassen unter der Wirkung einer Feder in die Ruhelage zurück und schließt dabei den Kontakt bei 1 (in Fig. 1353) kurz hintereinander dreimal. Infolgedessen erhält die b-Leitung des Anschlusses ebensooft Erde

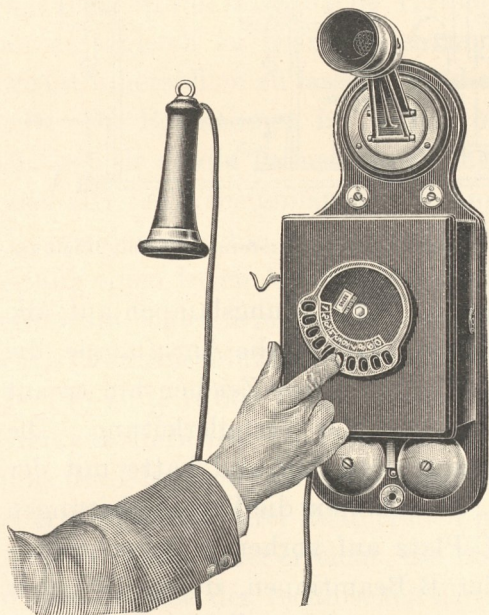


Fig. 1354. Wandstation für Selbstanschlußämter.

und wird der auf dem Amt befindliche Elektromagnet ebenfalls dreimal durch die angeschaltete Batterie erregt. Jedesmal, wenn der Anker des Magnets nach dem Anziehen wieder emporschnellt, stößt er das Zahnrad 2 um einen Zahn und den damit verbundenen Kontakthebel um einen der zehn Kontakte weiter. Bei den angenommenen drei Stromstößen gelangt der Hebel auf den Kontakt 3 und stellt so die Verbindung mit dem an diesen angelegten Teilnehmeranschluß Nr. 3 her. Teilnehmer 1 kann nun mit dem Teilnehmer 3 in der gewöhnlichen Weise in Verkehr treten. Würde man die beschriebene einfache Vorrichtung auf ein Amt mit mehr als zehn Teilnehmern, beispielsweise mit 100, anwenden, so müßte der Kontaktarm auf dem Magnet unter Umständen 100mal fortgeschaltet werden, was natürlich zu lange dauern würde. Deshalb verwendet man für solche Zwecke einen sogenannten *Leitungswähler*, dessen Hauptteile schematisch in Fig. 1355 dargestellt sind.

Anstatt des einen Magnets der Fig. 1353 verwendet man hier deren zwei. Der erste, der sogenannte *Hub- oder Hebemagnet*, hebt mit dem Haken seines Ankers die Schaltwelle jedesmal, wenn er erregt wird, um eine Ringbreite nach oben, während der zweite, der *Drehmagnet*, sie um ihre Achse schrittweise dreht, so daß sich die beiden unten gezeichneten Kontaktarme auf einen bestimmten der angedeuteten, aus Metallfedern bestehenden und kreissegmentförmig angeordneten Kontakte einstellen und mit diesem verbinden. Wünscht z. B. ein Teilnehmer den Anschluß Nr. 57, so dreht er seine Nummer bis zur Zahl 5 an den Anschlag, worauf beim Rücklauf der Scheibe der Hebemagnet fünfmal erregt und die Schaltwelle somit um fünf Schritt emporgehoben wird. Der Kontaktarm steht dann vor der fünften Reihe der Kontakte. Danach wird die Scheibe bis zur Zahl 7 gedreht, was veranlaßt, daß nun der Drehmagnet in Tätigkeit tritt und die Schaltwelle um sieben Schritt um ihre Achse dreht. Der Kontaktarm bleibt dann

auf dem siebenten Kontakt der Reihe „fünf“ stehen, d. h. auf dem Kontakt 57, der mit dem Teilnehmer gleicher Nummer verbunden ist. Für Ämter mit mehr als 100 Teilnehmern reicht der vorher beschriebene Leitungswähler nicht aus. Es werden dann außerdem noch *Vorwähler* und *Gruppenwähler* verwendet. Die Einrichtungen eines solchen Amtes, das ebenso wie die modernen Handämter mit einer Zentralbatterie für die Teilnehmermikrophone usw. ausgerüstet ist, und die Wirkungsweise der verschiedenen Apparate ergeben sich aus folgendem.

Die Teilnehmerapparate haben im wesentlichen die gleiche Form wie die in Netzen mit Handbetrieb verwendeten; es sind schrankförmige Stationen zum Befestigen an der Wand (Fig. 1354) oder Tischapparate. Ihr besonderes äußeres Merkmal bildet nur die drehbare Nummerscheibe. Die Schaltungsweise der Apparate, die aus Fig. 1356 ersichtlich ist, unterscheidet sich von der normalen Zentralbatterieschaltung dadurch, daß ein besonderer Umschalter hinzutritt, der beim Aufziehen der Nummerscheibe beide Zweige der Anschlußleitung mit Erde verbindet und beim Ablaufen der Scheibe diese Verbindung für die a-Leitung in gleichmäßigen Intervallen so oft unterbricht, wie die Nummer, an der die Drehung der Scheibe bewirkt ist, angibt. Die Anschlußleitung endet auf dem Amt an zwei für gewöhnlich isolierten Federn eines für jede Leitung vorhandenen Vorwählers. Die Verwendung und Bauart eines Vorwählers gründen sich auf die Tatsache, daß immer nur ein Teil der Verbindungsmöglichkeiten gleichzeitig benutzt wird; die Vorwähler ersetzen gewissermaßen die Hand der Beamtin, die im Handbetrieb zur Herstellung der verlangten Verbindung ein freies Schnurpaar auszusuchen hat. Wie jeder Arbeitsplatz bei Handbetrieb nur eine beschränkte Zahl von Schnurpaaren zur Ausführung von Verbindungen besitzt, so ist auch für die automatischen Ämter nur eine gewisse Anzahl von Gruppen- und Leitungswählern notwendig, welche die Herstellung der Verbindungen übernehmen. Man rechnet etwa 10 Proz. Die Vorwähler haben nun die Aufgabe, unter der Zahl dieser Apparate solche auszusuchen, die frei, also für andere Verbindungen noch nicht in Anspruch genommen sind. Sobald am Teilnehmerapparat der Hörer abgenommen wird, schaltet sich der Vorwähler selbsttätig ein und stellt eine Verbindung mit einem in seiner Bauart dem oben beschriebenen Leitungswähler ähnlichen Gruppenwähler der Abteilung I her. Bei diesem gehen nun die durch die erste Drehung der Teilnehmer-Nummerscheibe veranlaßten Stromstöße ein, also fünf Stromstöße, wenn beispielsweise der Anschluß 5432 gerufen werden soll. Daraufhin stellt dieser Gruppenwähler infolge Hebens und Drehens seiner Schaltwelle mit den Kontaktarmen eine Verbindung mit einem freien Gruppenwähler der Abteilung II her, und zwar mit demjenigen, der die Verbindungen mit der Teilnehmergruppe 5000—5999 zu vermitteln hat. Der Gruppenwähler II empfängt nun die der Hundertgruppe entsprechenden vier Stromstöße, die bewirken, daß seine Kontaktarme diejenigen Kontakte anschalten, an denen die Zuführungen zu einem Leitungswähler endigen, der die Teilnehmergruppe von 400—499 enthält. Der Leitungswähler wird darauf durch die Stromstöße für die Zehner und Einer so betätigt, wie es oben bereits beschrieben ist. Bei Ämtern mit 10 000—100 000 Teilnehmern würde noch eine dritte Abteilung von Gruppenwählern zur Auswahl der 10 000-Gruppe nötig sein. Im Prinzip aber treten gegenüber der angedeuteten Schaltungsweise keine Änderungen ein.

Der in jeder Leitung befindliche *Vorwähler* ist ein Drehschalter; die äußere Ansicht zeigt Fig. 1357, die Schaltungsweise ergibt das Stromlaufschema Fig. 1358. Wenn der Teilnehmer seinen Hörer abnimmt und dadurch statt des durch den Kondensator für Gleichstrom verriegelten Weckerstromkreises den Mikrophonstromkreis einschaltet, so fließt aus der Zentralbatterie G

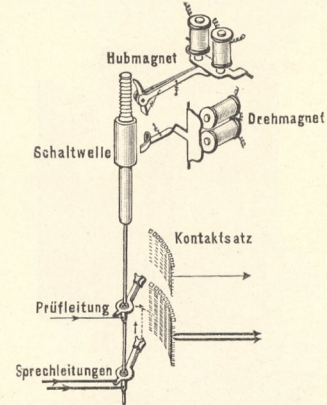


Fig. 1355. Grundschiung eines Leitungswählers beim automatischen System.

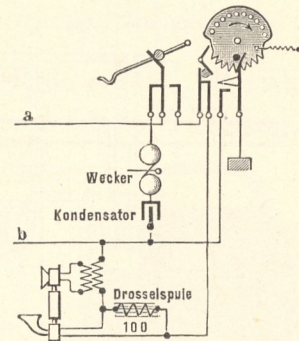


Fig. 1356. Stromlauf eines Sprechstellenapparats beim automatischen System.

Strom vom Amt zur Teilnehmerstelle über das in diese Verbindung eingeschaltete Anrufrelais R. Infolgedessen zieht R seinen Anker an und schließt den Kontakt bei 5. Dadurch wird der Drehelektromagnet D von G über 5 und den Unterbrecher U unter Strom gesetzt. U, ein sogenannter *Relaisunterbrecher*, schließt und öffnet abwechselnd den Strom und veranlaßt D, seinen Anker anzuziehen und wieder loszulassen. Bei jedem Anziehen des Ankers wird das gezeichnete Zahnrad um einen Zahn fortgeschaltet; gleichzeitig schleifen die drei Kontaktfedern  $a'$ ,  $b'$  und  $c'$  mit der einen Seite über die links befindlichen drei Metallringe und mit dem anderen Ende über die rechts sichtbaren, ebenfalls dreiteiligen Kontaktgruppen, von denen jede durch Zuleitungen,  $a^1$  und  $b^1$  für die Teilnehmerleitung und  $c^1$  für eine Prüflleitung, mit je einem Gruppenwähler der

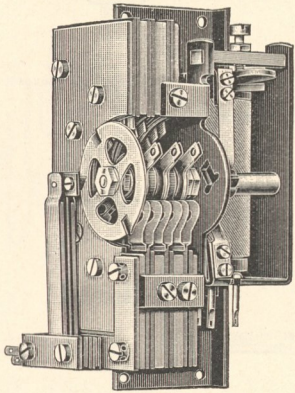


Fig. 1357. Vorwähler.

Abteilung I verbunden ist. Sobald die drei Kontaktfedern die Zuführungen zu einem unbesetzten Gruppenwähler erreicht haben, hört die Fortschaltung auf. Dann fließt nämlich aus der Batterie G über Kontakt 6 Strom durch das Trennrelais T und die Kontaktfeder  $c'$  in die Prüflleitung  $c^1$ . Infolgedessen zieht T seinen Anker an und unterbricht dabei den obigen Stromkreis für das Anrufrelais und den Drehelektromagnet D. Gleichzeitig werden durch den Druck des nach unten verlängerten Ankers von T gegen die lang gezeichneten Kontaktfedern die Leitungszweige a und b der Teilnehmerleitung mit den Zuleitungen zu den zugehörigen Schleifringen und weiter über  $a'$  und  $b'$  mit den Zuführungen  $a^1$  und  $b^1$  zum Gruppenwähler I verbunden. Ferner wird am Kontakt 7 die untere hochohmige Wicklung des Relais T kurzgeschlossen, was veranlaßt, daß die erreichte Kontaktgruppe für andere Verbindungen gesperrt wird. Der Anker von T bleibt trotzdem angezogen, weil von G über Kontakt 8 (oben), Kontakt 7 und die obere, niederohmige Wicklung Strom über  $c'$  in die Prüflleitung  $c^1$  fließt. Der Kontakt 8 schließt sich, sobald der Kontaktarm mit den Federn  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  aus seiner Ruhelage fortgeschaltet wird. Bei dem gleichen An-

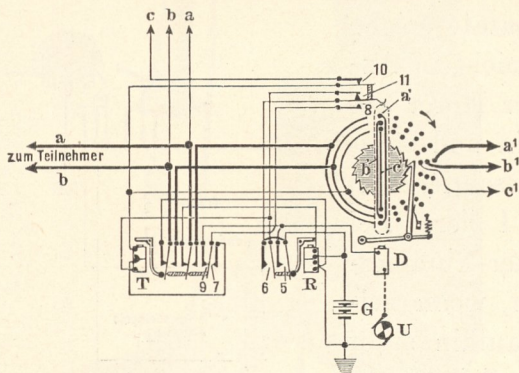


Fig. 1358. Schaltung eines Vorwählers.

laß öffnet sich der Kontakt 10, wodurch die Zuleitung des Teilnehmers zu den mit seiner Leitung verbundenen Leitungswählern gesperrt wird, so daß er nicht durch Anrufe anderer unterbrochen werden kann. Hängt der Teilnehmer seinen Hörer wieder an, so wird der Strom in T unterbrochen, und der Drehmagnet D empfängt aus der Batterie G wieder Strom, und zwar mittels der über die Kontakte 8 und 9 führenden Drahtverbindungen. Die Fortschaltung des Kontaktarmes erfolgt nun so weit, bis er die Nullstellung erreicht; hier unterbricht er selbst den Kontakt 8 und bleibt infolgedessen in der Ruhelage. Der Vorwähler tritt nur dann in Tätigkeit, wenn der Teilnehmer selbst der Anrufende ist. Wird er von anderer Seite angerufen, so erfolgt die Herstellung der Verbindung von einem der Leitungswähler aus, an den die in der Figur mit a, b und c bezeichneten, nach oben abgehenden Drähte führen. In diesem Falle wird das Trennrelais von c aus über Kontakt 10, T, Kontakt 11, G und Erde unter Strom gesetzt. Das Anrufrelais R liegt dann überhaupt nicht im Stromkreis, kann mithin weder ansprechen noch den Vorwähler betätigen, auch wenn der Hörer abgenommen wird.

Wie bereits erwähnt ist, führt der Vorwähler die oben beschriebene Anschaltung eines freien Gruppenwählers der Abteilung I selbsttätig in ganz kurzer Zeit aus, nachdem der eine Verbindung fordernde Teilnehmer seinen Hörer abgenommen hat. Wenn er beginnt, seine Nummerscheibe zu drehen, ist die Durchschaltung zum Gruppenwähler bereits beendet. Die bei der Abgabe der ersten Zahl entstehenden Stromstöße werden daher vom *I. Gruppenwähler* empfangen. Dieser (Fig. 1359) besteht aus der Schaltwelle, die durch einen Hebemagnet und durch einen Drehmagnet je zehn Schritt gehoben und gedreht werden kann, den an der Welle sitzenden drei Kontaktarmen



und den von diesen bestrichenen drei Kontaktgruppen, die in Form eines Kreissegments in zehn Reihen zu je zehn übereinander angeordnet sind. Die Kontakte der oberen Gruppe sind mit den a-Leitungen, die der mittleren mit den b-Leitungen und die der unteren mit den c-(Prüf-) Leitungen verbunden. Außerdem gehört zu einem solchen Wähler ein *Relaissatz*, der je drei Linienrelais (davon eins mit differential geschalteter Wickelung), ein Prüfrelais, ferner einen Hebemagnet, einen Drehmagnet, einen Auslösemagnet und einen Steuerschalter umfaßt. Die Montierung dieser Teile ist aus Fig. 1360 ersichtlich. Der Steuerschalter besteht aus einer Anzahl Hebel, die an einer durchgehenden Stange befestigt sind und von dieser auf bestimmte Kontakte eingestellt werden. Die Stange wird von einem Schalt- und einem Auslösemagnet gesteuert.

Das Stromlaufschema eines I. Gruppenwählers zeigt Fig. 1361. Die Schaltvorgänge sind folgende. Beim Andrehen der Nummerscheibe des Teilnehmerapparats werden, wie oben gesagt, beide Zweige der Teilnehmerleitung an Erde gelegt; daher empfängt das differential gewickelte Linienrelais  $X^1$  Strom aus der gleichfalls geerdeten Batterie  $G^1$  über beide Wickelungen auf dem Wege über die Relais  $A^1$  und  $B^1$  sowie die Kontakte 12 und 13.  $X^1$  zieht daraufhin die an beiden Seiten befindlichen Anker an und schließt dadurch die Kontakte 14 und 18. Über den Kontakt 14 und einen Widerstand 15 wird bei 16 die Spannung der Batterie  $G^1$  an die linke Wickelungshälfte von  $X^1$  gelegt, so daß dieses Relais seinen Anker angezogen hält, auch wenn beim Ablaufen der Nummerscheibe die a-Leitung, der gedrehten Nummerzahl entsprechend oft, unterbrochen wird. Durch diese Unterbrechungen wird aber das Relais  $A^1$  jedesmal stromlos, also einmal bei der Zahl 1, zweimal bei der Zahl 2 usw. Ebensooft läßt es dann seinen Anker los und erregt durch das Schließen des Kontaktes 17 den Hebemagnet  $H^1$ , der Strom auf dem Wege Erde, Batterie  $G^1$ , Kontakt 18, Kontakt 17,  $H^1$  Erde erhält.  $H^1$  zieht darauf seinen Anker an, der mit seinem hakenförmigen Ende die rechts gezeichnete Schaltwelle um so viele Schritte hebt, wie Stromstöße eingingen. Ist die Nummerscheibe beim Teilnehmer abgelaufen, so löst sich die Erdverbindung der a- und b-Leitung; Relais  $X^1$  läßt seine Anker abfallen und unterbricht dabei folgenden, vorher geschlossenen Stromkreis: Erde, Batterie  $G^1$ , Kontakt 18, 19, Schaltmagnet  $S^1$ , Erde. Infolgedessen fällt der unterhalb von  $S^1$  gezeichnete Anker ab und dreht unter Federkraft das Zahnrad des Steuerschalters einen Zahn weiter. Die an dem Zahnrad befestigte Stange legt die Hebel des Steuerschalters auf die folgenden Kontakte um, von denen die in Wirksamkeit tretenden mit Zahlen benannt sind. Damit wird der Drehmagnet  $D^1$  unter Strom gesetzt, nämlich auf dem Wege Erde, Batterie  $G^1$ , Unterbrecher  $U^1$ , Wickelung von  $D^1$ , Kontakt 20, Erde. Die Schaltwelle wird daher, da  $D^1$  infolge der Tätigkeit des Unterbrechers  $U^1$  seinen Anker anzieht und wieder losläßt, schrittweise gedreht, und zwar so lange, bis der Kontaktarm  $c^2$  den Kontakt einer unbesetzten Leitung berührt (vgl. Fig. 1359). Ist ein solcher Kontakt gefunden, so wird das Prüfrelais  $P^1$  unter Strom gesetzt; es zieht seinen Anker an und unterbricht einen Stromkreis, der bei Beginn des Drehens geschlossen wurde, nämlich Erde,  $G^1$ , Kontakt 22, 21,  $S^1$ , Erde. Deshalb läßt  $S^1$  wieder seinen Anker los und steuert die mit der Stange verbundenen Hebel um noch einen Kontakt weiter nach rechts. Damit wird der Stromkreis von  $D^1$  bei 20 unterbrochen, die Drehung der Schaltwelle hört also auf. Gleichzeitig werden die

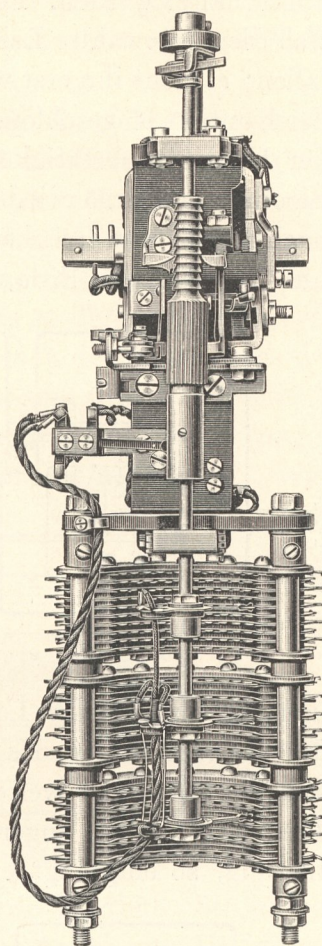


Fig. 1359. Gruppenwähler.

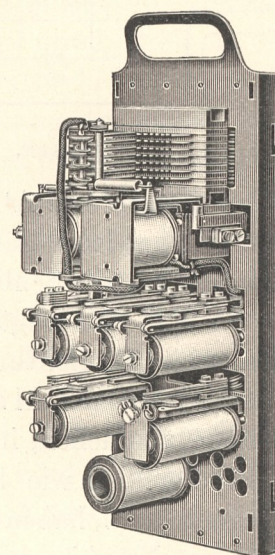


Fig. 1360. Relaissatz für einen Wähler mit Steuerschalter.

Leitungszweige  $a^1$  und  $b^1$  bei den Kontakten 22 und 23 des Steuerschalters mit den über  $a^2$  und  $b^2$  zu den II. Gruppenwählern führenden Zuleitungen durchverbunden, während die Relais  $X^1$ ,  $A^1$  und  $B^1$  abgeschaltet werden. Ferner wird die linke hochohmige Wickelung von  $P^1$  bei 24 kurzgeschlossen, was die ausgewählte Leitung für andere Verbindungen sperrt.  $P^1$  läßt infolgedessen seinen Anker fallen; es zieht ihn erst wieder an, wenn der rufende Teilnehmer seinen Hörer anhängt. Dann wird der Kontakt 65 geschlossen, und  $S^1$  wird von  $G^1$  betätigt über  $U^1$ , 65, 25,  $S^1$ , Erde. Wenn  $S^1$  infolge der Unterbrechertätigkeit von  $U^1$  einmal seinen Anker anzieht und wieder losläßt, so wird dieser Stromkreis bei 25 wieder getrennt, da die Hebel des Steuerschalters alle wieder einen Kontakt nach rechts weiterrücken. Gleichzeitig schließen sich die Stromkreise der Auslösemagnete  $M^1$  und  $N^1$ , nämlich: Erde,  $G^1$ , 28, 27 (Ankerkontakt von  $B^1$ ),  $N^1$  und  $M^1$ , Kontakt 26 am Kopf der

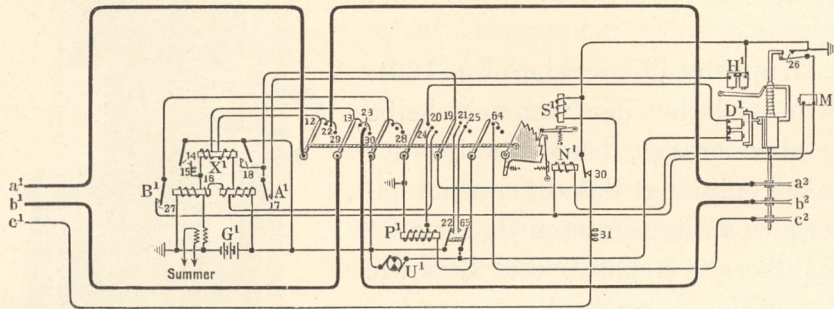


Fig. 1361. Schaltung des I. Gruppenwählers.

Schaltwelle, Erde.  $N^1$  und  $M^1$  ziehen ihre Anker an; die durch Sperrklinken bis dahin in ihrer Stellung festgehaltene Schaltwelle und das Zahnrad des Steuerschalters kehren durch Wirkung des Eigengewichtes bzw. einer Feder in ihre Ruhelage zurück. Zugleich wird durch Unterbrechung des Kontaktes 30 (Ankerkontakt von  $N^1$ ) die Leitung  $c^1$  unterbrochen, die, wie oben erörtert, über die Kontaktfeder  $c'$  des Vorwählers und des Trennrelais  $T$  zur Batterie  $G$  führt (vgl. Fig. 1358). Daraufhin schaltet sich der Vorwähler weiter in die Ruhelage und hebt ebenfalls die Verbindung auf. Geht die Trennung von der angerufenen Stelle aus, oder trifft der rufende Teilnehmer auf eine besetzte Leitung, so empfängt er ein Summerzeichen. Mit der letzten Weiterschaltung der Hebel des

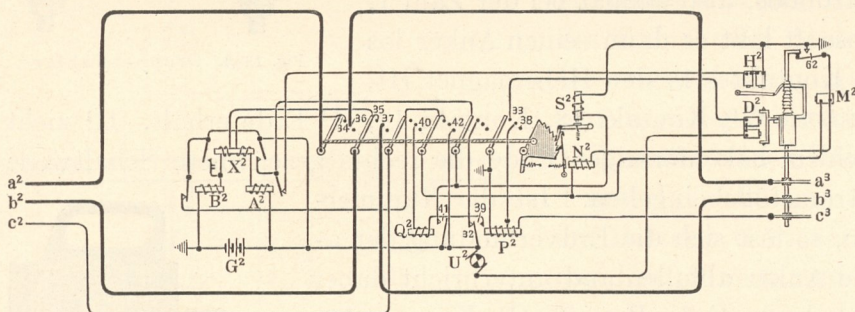


Fig. 1362. Schaltung des II. Gruppenwählers.

Steuerschalters werden nämlich die Relais  $X^1$ ,  $A^1$  und  $B^1$  bei den Kontakten 29 und 30 wieder an die Leitung geschaltet und der Kontakt bei 27 geschlossen, so daß die Auslösestromkreise dort noch geöffnet bleiben. In dieser Stellung wird, wie in Fig. 1361 ersichtlich, ein Summer durch einen Überträger über die kurzen Wickelungen von  $A^1$  und  $B^1$  an die Leitung geschaltet; er verursacht im Hörer des Teilnehmers ein summendes Geräusch. Daraufhin hängt der Teilnehmer den Hörer an, und nun erfolgt, wie beschrieben, die Schließung der Stromkreise für die Auslösemagnete bei 27.

Fig. 1362 zeigt die Schaltung eines Gruppenwählers der Abteilung II, der in seinem Äußern und seiner Einrichtung dem I. Gruppenwähler gleicht. Er empfängt die vom rufenden Teilnehmer bei der zweiten Zahl abgegebenen Stromstöße und soll den Leitungswähler mit derjenigen Hundertgruppe aussuchen, in der sich die gewünschte Teilnehmernummer befindet. Die Schaltvorgänge sind dieselben wie beim Gruppenwähler I. Die wiederkehrenden Teile, Relais, Hebe-, Drehmagnete usw., haben die gleichen Bezeichnungen wie in Fig. 1361, nur mit dem Index 2, also  $X^2$ ,  $A^2$ ,  $B^2$  usw. Neu hinzugetreten ist nur das Auslöserelais  $Q^2$ . Die Durchschaltung der vom I. Gruppenwähler ankommenden Verbindungen erfolgt bei den Kontakten 36 und 37 nach den zu den Leitungswählern führenden Verbindungen  $a^3$  und  $b^3$ . Beim Trennen der Verbindung erhält das Prüfrelais  $P^2$  über  $c^3$  Strom, der Anker wird angezogen und folgender Stromweg geschlossen: Erde,  $G^2$ , 39,  $Q^2$ , 40,  $c^2$ , Kontakt 64 in Fig. 1361, Prüfrelais  $P^1$ , Erde.  $P^1$  leitet dann, wie vorher beschrieben, die Schaltung des Gruppenwählers I und des Vorwählers in die Ruhelage ein. Beim

Gruppenwähler II übernimmt das Relais  $Q^2$  diese Tätigkeit, indem es die Batterie  $G^2$  zunächst über 41 an  $S^2$  anschließt und diesen Kreis sogleich wieder unterbricht, wenn der Gruppenschalter I sich abschaltet.  $S^2$  gibt dann seinen Anker frei, der die Hebel des Steuerschalters in die letzte Kontaktstellung überführt, wonach die Auslösewerke in Wirksamkeit treten und alle Teile in die Ruhelage zurückkehren.

In Fig. 1363 ist die Schaltung eines *Leitungswählers* wiedergegeben. Er gleicht im wesentlichen auch dem Gruppenwähler I. Die Linienrelais ( $X^4$ ,  $A^4$ ,  $B^4$ ) sind abweichend geschaltet. Von der Zentralbatterie  $G^4$  wird nämlich das Mikrophon des rufenden Teilnehmers mit Strom gespeist, indem die beiden Pole von  $G^4$  über je eine Wicklung von  $X^4$  und  $A^4$  bzw.  $B^4$  über die Verbindungen  $a^4$  und  $b^4$ ,  $a^3$  und  $b^3$  (Fig. 1362),  $a^2$  und  $b^2$  (Fig. 1361),  $a^1$  und  $b^1$  (Fig. 1358),  $a$  und  $b$  (Fig. 1356) an beide Zweige der Doppelleitung gelegt werden. Nach rechts zu dem gerufenen Teilnehmer ist dieser Weg durch zwei Kondensatoren verschlossen; die Speisung des Mikrophons des angerufenen Teilnehmers erfolgt über eine Drosselspule  $Dr$  auf der a-Seite und über das Relais  $Y$  auf der b-Seite. Während  $A^4$  und  $B^4$  sogleich ansprechen, wenn der Gruppenwähler II die Leitungen  $a^4$ ,  $b^4$ ,  $c^4$  ausgesucht hat, bleibt  $X^4$  infolge der differentialen Wicklung zunächst untätig; erst beim Andrehen der Nummerscheibe des Teilnehmers zieht  $X^4$  die beiderseitigen Anker an und hält sie bis zum Ablauf der Scheibe fest. So werden die zur Kennzeichnung der Zehnerzahl abgegebenen Stromstöße vom Hebemagnet  $H^4$  empfangen, indem dieser über den rechten Ankerkontakt von  $X^4$  Strom aus der Batterie  $G^4$  erhält; Stromweg: Erde,  $G^4$ ,  $H^4$ , Kontakt 43, Erde. Die Schaltwelle wird daher durch den Anker von  $H^4$  bis vor die horizontale zehnteilige Kontaktreihe gehoben, in der sich die verlangte Teilnehmernummer befindet. Nach dem Ablauf der Teilnehmerscheibe läßt  $S^4$  seinen vorher angezogenen Anker los und steuert so die mit der Stange verbundenen Hebel sämtlich aus der Ruhelage auf den zweiten der bei jedem vorhandenen acht Kontakte. Hierbei wird der Hebemagnet bei 43 ab- und der Drehmagnet  $D^4$  bei 44 angeschaltet. Infolgedessen erhält nun der letztere die durch Drehung der Nummerscheibe abgegebenen Stromstöße für die Einer.  $D^4$  dreht die Schaltwelle daher bis zu dem Kontakt des verlangten Teilnehmers;  $a^5$  und  $b^5$  schaltet dessen Leitung an. Nach dem Ablauf der Nummerscheibe treibt  $S^4$  durch Loslassen seines Ankers die Hebel des Steuerschalters auf den dritten Kontakt. Trifft nun  $c^5$  auf einen freien Prüfkontakt (unterste Gruppe des Wählers), so liegt an diesem über den Kontakt 10 des Vorwählers (Fig. 1358) die Spannung der Batterie  $G$ . Daher fließt von dieser über  $c^5$  (Fig. 1363), Kontakt 45 Strom durch das Relais  $Y$  zur Erde; es zieht seine beiden Anker an. Gleichzeitig schaltet  $S^4$  die Steuerhebel auf den vierten Kontakt, da  $G^4$  über  $U^4$  und Kontakt 46 einen Stromstoß über  $S^4$  zur Erde schickt.  $Y$  hält seine Anker angezogen, da ein Strom von  $G^4$  über  $Dr$ , Kontakt 49, 48 (Ankerkontakt von  $Y$ ), 47,  $Y$  zurück zu  $G^4$  fließt. Nun erhält  $S^4$  von  $G^4$  über  $U^4$ , 51, 50,  $S^4$ , Erde einen weiteren Stromstoß und befördert die Steuerhebel auf den fünften Kontakt. Damit wird  $Y$  abgeschaltet und die Rufmaschine 63 über die Kontakte 52 und 53 und die zugehörigen Kontakthebel an die Zuleitungen zum angerufenen Teilnehmer über  $a^5$  und  $b^5$  gelegt. Bei diesem ertönt nun der Wecker 10 Sekunden lang, da der langsam sich drehende Unterbrecher  $U^5$  so lange einen Strom durch  $S^4$  sendet. Nach Aufhören dieses Stromes führt der Anker von  $S^4$  die Steuerhebel zum sechsten Kontakt. Meldet sich darauf der Teilnehmer durch Abnehmen seines Hörers, so empfängt das in der Speisebrücke liegende Relais  $Y$  wieder Strom; es zieht seine Anker an und führt über den Kontakt 51 dem Schaltmagnet  $S^4$  über  $U^4$ , 51, Kontakte 50 und 54 (verbunden), Kontakthebel wiederum einen

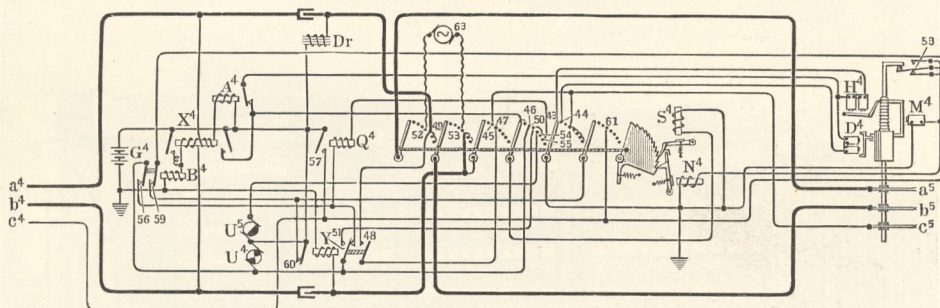


Fig. 1363. Schaltung eines Leitungswählers.

Stromstoß über  $S^4$  zur Erde schickt.  $Y$  hält seine Anker angezogen, da ein Strom von  $G^4$  über  $Dr$ , Kontakt 49, 48 (Ankerkontakt von  $Y$ ), 47,  $Y$  zurück zu  $G^4$  fließt. Nun erhält  $S^4$  von  $G^4$  über  $U^4$ , 51, 50,  $S^4$ , Erde einen weiteren Stromstoß und befördert die Steuerhebel auf den fünften Kontakt. Damit wird  $Y$  abgeschaltet und die Rufmaschine 63 über die Kontakte 52 und 53 und die zugehörigen Kontakthebel an die Zuleitungen zum angerufenen Teilnehmer über  $a^5$  und  $b^5$  gelegt. Bei diesem ertönt nun der Wecker 10 Sekunden lang, da der langsam sich drehende Unterbrecher  $U^5$  so lange einen Strom durch  $S^4$  sendet. Nach Aufhören dieses Stromes führt der Anker von  $S^4$  die Steuerhebel zum sechsten Kontakt. Meldet sich darauf der Teilnehmer durch Abnehmen seines Hörers, so empfängt das in der Speisebrücke liegende Relais  $Y$  wieder Strom; es zieht seine Anker an und führt über den Kontakt 51 dem Schaltmagnet  $S^4$  über  $U^4$ , 51, Kontakte 50 und 54 (verbunden), Kontakthebel wiederum einen

Stromstoß zu, worauf die Steuerhebel auf den siebenten Kontakt weiterrücken. Damit ist die Durchsprechschtung endgültig erreicht, die Teilnehmer sind in Sprechverbindung. Hängt nach Beendigung des Gespräches der rufende Teilnehmer seinen Hörer wieder an, so wird der Strom von  $G^4$  infolge Einschaltung des Sprechstellenkondensators unterbrochen;  $A^4$  und  $B^4$  lassen ihre Anker fallen, und  $G^4$  sendet einen letzten Stromstoß über  $U^4$ , 56 (Ankerkontakt von  $B^4$ ), Relais  $Q^4$ , 55,  $S^4$ , Erde. Die Kontakthebel rücken nun in die achte, die Schlußstellung. Gleichzeitig sendet  $G^4$  über 57 (Ankerkontakt von  $Q^4$ ) einen Strom über  $c^4$  durch das Prüfrelais  $P^2$  (Fig. 1362), was die vorher beschriebene Auslösung des Gruppenwählers I und des Vorwählers bewirkt. Der Leitungswähler kehrt in die Ruhelage zurück, wenn der angerufene Teilnehmer seinen Hörer anhängt; dann wird nämlich das Relais  $Y$  stromlos, was bewirkt, daß  $G^4$  einen Strom über 60 (Ankerkontakt von  $Y$ ), 59, 58 (Kopfkontakt der Schaltwelle) durch die Auslösemagnete  $M^4$  und  $N^4$  schickt. Hat

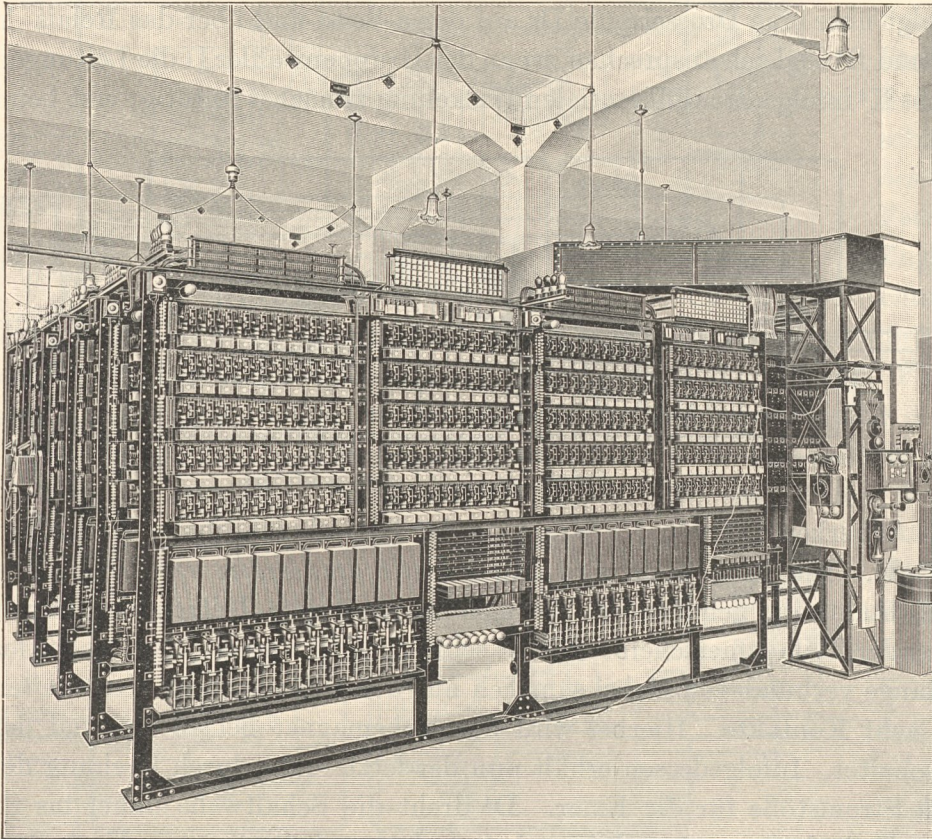


Fig. 1364. Betriebssaal eines Selbstanschlußamtes mit den Wählern und Schaltwerken.

$c^5$  bei der vorher erörterten Prüfung, die bei der dritten Kontaktstellung der Steuerhebel stattfand, eine besetzte Leitung angetroffen, so kann das Relais  $Y$  nicht erregt werden, da entweder die Batterie  $G$  am Vorwähler (Fig. 1358) abgeschaltet ist oder da sie über einen anderen Leitungswähler an Erde liegt. Bei dem Übergang der Steuerhebel in die vierte Stellung sendet daher die Batterie  $G^4$  (Fig. 1363) einen Strom über 60 (Ankerkontakt von  $Y$ ), 61,  $c^4$  durch das Prüfrelais  $P^2$  zur Abschaltung des Gruppenwählers II, was gleichzeitig das Summengeräusch als Besetztzeichen am Gruppenwähler I auslöst. Da auch  $A^4$  und  $B^4$  am Leitungswähler stromlos werden, so lassen beide ihre Anker fallen, und  $G^4$  sendet über 60, 59, 58 (nach oben umgelegt) einen Strom durch die Auslösemagnete  $M^4$  und  $N^4$ , womit der Leitungswähler in seine Ruhelage zurückkehrt, bevor er den Kontakt des in einem anderen Gespräch begriffenen Teilnehmers erreichen kann.

Fig. 1364 zeigt den Betriebssaal eines größeren Selbstanschlußamtes mit den an eisernen Gestellen befestigten Wählern und Schaltwerken. Das Arbeiten der einzelnen Apparate wird an eingeschalteten Glühlampen überwacht, die anzeigen, wenn Störungen auftreten. Die Überwachung nehmen Mechaniker wahr, die etwaige Fehler sogleich beseitigen.

## C. Radiotelegraphie.

### 1. Allgemeines.

Die *Radio-* oder *Funkentelegraphie* (*Strahlen-, Wellen-, drahtlose Telegraphie*) hat sich in der kurzen Zeit ihres Bestehens bereits einen beträchtlichen Wirkungskreis verschafft. Im Jahre 1897 machte Marconi die ersten Versuche mit seinen drahtlosen Stationen in England noch über

verhältnismäßig kurze Entfernungen und mit noch wenig durchgebildeten Apparaten, und jetzt sind bereits die Küsten aller am Meer gelegenen Kulturstaaten mit radiotelegraphischen Stationen besetzt, tragen fast alle den Ozean durchquerenden Dampfer großer Schifffahrtslinien sowie sämtliche Fahrzeuge der Kriegsmarinen solche Stationen, und werden über Wasser und Land drahtlose telegraphische Verbindungen über weite Entfernungen hergestellt. Großstationen an der Küste von Irland und Kanada vermitteln einen regelrechten drahtlosen Verkehr zwischen Europa und Nordamerika; fast auf der ganzen Reise zwischen beiden Kontinenten unterhalten die Schiffe Verkehr mit Stationen auf der einen oder anderen Seite des Ozeans. Mühelos können die für große Reichweiten ausgerüsteten Stationen in Nauen bei Berlin, in Petersburg, in Norddeich an der deutschen Nordseeküste, in Paris auf dem Eiffelturm, in Pola an der Küste des Adriatischen Meeres Mitteilungen untereinander austauschen. In den Heeren gehören fahrbare oder tragbare Stationen zu den unentbehrlichen Bestandteilen, und selbst die modernen Luftschiffe erhalten bereits radiotelegraphische Einrichtungen. Trotz dieser hohen Stufe der Entwicklung vermag die Radiotelegraphie noch nicht, der gewöhnlichen Telegraphie über Drahtleitungen ernstlichen Abbruch zu tun. Sie hat sich eben ihr eigenes Anwendungsgebiet geschaffen und dient auf diesem als willkommene Ergänzung der Drahttelegraphie.

Die Radiotelegraphie baut sich auf der Erkenntnis auf, daß die Elektrizität sich auch außerhalb der metallischen Leiter durch Strahlung im freien Raum fortpflanzt, wenn sie in sogenannten *elektrischen Schwingungen* oder *Wellen* erzeugt wird. Solche Schwingungen entstehen, wenn sich ein elektrisch geladener Kondensator, z. B. eine Leidener Flasche, entladet, indem von der einen zur anderen Belegung ein Funke überspringt und damit zwischen der positiven Ladung der einen Belegung und der negativen Ladung der anderen Belegung ein Ausgleich eintritt. Der Entladungsfunke besteht nicht aus einer einfachen plötzlichen Vereinigung der beiden Elektrizitäten, sondern aus einem Hin- und Herbogen der elektrischen Ladungen zwischen den beiden Belegungen. Dieses sogenannte Oszillieren ist dadurch zu erklären, daß die geladenen kleinsten Teilchen der Elektrizität, die Elektronen, wenn sie den Luftzwischenraum der Funkenstrecke zwecks Vereinigung mit den entgegengesetzt geladenen Teilchen durchbrechen, unter dem Einfluß der Selbstinduktion, d. h. der elektrischen Trägheit, über die Gleichgewichtslage hinauschießen, nach ihrer ursprünglichen Belegung wieder zurückgeworfen werden, von neuem den Ausgleich beginnen und wieder zurückschwingen. Man kann diesen Vorgang etwa mit der Bewegung eines Pendels vergleichen, das nach einer Seite gehoben, dann losgelassen und seinen hin und her gehenden Schwingungen überlassen wird. Wie die Ausschläge des Pendels mit jeder Schwingung geringer werden, bis das Pendel zur Ruhe kommt, so nimmt auch die Energie der elektrischen Schwingungen mit jeder Oszillation ab. Die Abnahme der Schwingungsenergie wird durch den Widerstand der Drahtverbindung zwischen Kondensatorbelegung und Funkenstrecke, der Funkenstrecke selbst, durch Umwandlung der elektrischen Energie in Wärme und durch die Ausstrahlung verursacht; man nennt diese Abnahme *Dämpfung*. Die elektrischen Schwingungen gehen so in Form von Wellenbewegungen vor sich. Sind sie stark gedämpft, so verlaufen die Schwingungen in Form der in Fig. 1365 gezeichneten Kurve; sind sie weniger gedämpft, so haben sie die Form der Fig. 1366, und sind sie völlig ungedämpft, so ist ihr Verlauf gleich der Kurve in Fig. 1367. In der gleichen Form, in der sie erzeugt werden, strahlen sie in den freien Raum aus. Die Fortpflanzung elektrischer Wellen im Raum hat zuerst der deutsche Physiker Hertz im Jahre 1887 nachgewiesen. Er bediente sich zur Erzeugung der Schwingungen des *Hertzschen Oszillators* (Fig. 1368), der aus einem Funkeninduktor 1 und den mit dessen sekundärer Wicklung verbundenen Kapazitäten 2 und 3 (Leidener Flasche), sowie der hieran gelegten Drahtverbindung und der

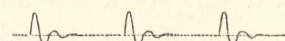


Fig. 1365.

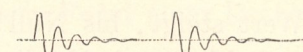


Fig. 1366.

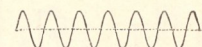


Fig. 1367.

Verlauf stark gedämpfter (Fig. 1365), schwach gedämpfter (Fig. 1366) und ungedämpfter (Fig. 1367) Schwingungen.

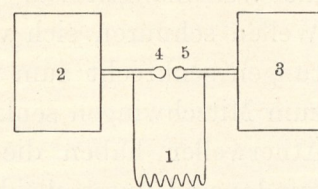


Fig. 1368. Oszillator.

Funkenstrecke 4, 5 besteht. Daß von diesem elektrische Schwingungen ausgestrahlt werden, bewies Hertz an einem davon entfernt aufgestellten *Resonator*, das ist ein metallischer Ring, der mit einer mikroskopisch kleinen Funkenstrecke versehen ist. Wenn nämlich bei 4, 5 ein elektrischer Funke überspringt, sind auch an der kleinen Funkenstrecke des Ringes schwache Funken wahrnehmbar. Bei einer der Hertz'schen Versuchsanordnungen (Fig. 1369) bringt man die Funkenstrecke in den Brennpunkt eines metallischen Hohlspiegels 5; die ausgestrahlten Wellen werden dann nach dem metallischen Planspiegel 6 hin gerichtet und von diesem wieder zurückgeworfen, so daß stehende Wellen erzeugt werden. Die ausgezogene Linie bezeichnet die von 7 ausgehende, die punktierte die von 6 reflektierte Welle. Zwischen den Knotenpunkten 1, 2, 3, 4 schwingen die Ätherteilchen auf und ab. Sucht man die Strecke mit dem oben erwähnten Resonator ab, so zeigt er an den Knotenpunkten keine Fünkchen, wohl aber innerhalb der Wellenbäuche, und zwar am stärksten an den Stellen der weitesten Ausbuchtung. Die Entfernung zwischen den Knotenpunkten 1 und 3 oder 2 und 4 heißt die *Wellenlänge*; die Zeit, in der die Bewegung von 1 bis 3 oder von 2 bis 4 fortschreitet, d. h. in der sie vom Wert Null zum höchsten positiven Wert steigt, bis Null fällt, den höchsten negativen Wert erreicht und wieder zum Wert Null zurückkehrt, heißt die *Periode*; die Zahl der Perioden in einer Sekunde heißt die *Frequenz*; der senkrechte Abstand zwischen dem höchsten positiven und höchsten negativen Wert die *Amplitude*.

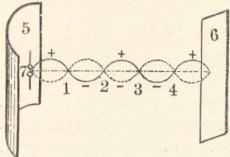


Fig. 1369. Hertz'sche Versuchsanordnung.

Die Schwingungsdauer  $T$  (Periode) hängt ab von der Kapazität  $C$  und von der Selbstinduktion  $L$  der Schwingungsbahn (d. h. des durch die Funkenstrecke 4, 5 in Fig. 1368 unterbrochenen Drahtes), entsprechend der für die Radiotelegraphie grundlegenden Formel  $T = 2\pi\sqrt{C \cdot L}$  (wo  $\pi = 3,14159 \dots$ ). Während der Funkenentladung ist die Spannung an der Funkenstrecke gleich Null, dort befindet sich demnach ein Wellenknoten; an den Enden des Drahtes bildet sich ein Wellenbauch. Verbindet man den einen Pol der Funkenstrecke mit der Erde, so entfällt auf die verbleibende Drahhälfte ein Viertel der Wellenlänge; letztere beträgt demnach das Vierfache der Länge dieses Drahtes. Außer der Schwingung mit dieser Wellenlänge entstehen Oberschwingungen, die Wellenlängen von  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{5}{4}$  usw. derjenigen der Grundschwingung haben. Die elektrischen Wellen schnüren sich von dem Oszillator ab und pflanzen sich im Weltäther nach allen Richtungen senkrecht zum Schwingungsdraht fort, indem immer eine Ätherschicht die benachbarte zum Mitschwingen senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung erregt. Die ausgesendeten elektrischen Ätherwellen haben die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Lichtwellen (300000 km in der Sekunde) und unterscheiden sich von ihnen nur durch Wellenlänge und Frequenz. (Das Produkt aus beiden ergibt wie beim Licht 300000 km.) Die Wellenlänge des roten Lichtes beträgt bei 450 Billionen Schwingungen in der Sekunde 0,00067 mm; die kleinsten bekannten elektrischen Schwingungen haben eine Frequenzzahl von ca. 10 Millionen und eine Wellenlänge von ca. 3 cm. Die elektrischen Ätherwellen gehen durch Nichtleiter der Elektrizität ungehindert hindurch, werden dagegen durch Leiter reflektiert, polarisiert oder absorbiert.

Wie eine angeschlagene Stimmgabel eine zweite, auf denselben Ton abgestimmte durch Resonanz zum Mittönen bringt, so rufen die Schwingungen eines elektrischen Oszillators durch die ausgestrahlten Ätherwellen in einer entfernten metallischen Schwingungsbahn wieder Schwingungen hervor, sofern die Empfangsvorrichtung dieselben elektrischen Bedingungen bietet wie der Oszillator. Dies ist der Fall, wenn bei beiden der Faktor  $C \cdot L$ , d. h. das Produkt aus Kapazität und Selbstinduktion (in obiger Formel  $T = 2\pi\sqrt{C \cdot L}$ ), gleich ist. Oszillator und Empfänger haben dann gleiche Eigenschwingung, „*sie befinden sich in Resonanz.*“ Verstimmt man den Empfänger, indem man seine Kapazität oder Selbstinduktion ändert, so werden die Wirkungen der elektrischen Ätherwellen auf ihn geschwächt oder ganz aufgehoben.

**Schaltungen.** Da der Hertz'sche Oszillator für die Ausstrahlung in den freien Raum nicht die geeignete Form hat, wird der eine Pol der Funkenstrecke mit einem hoch in die Luft ragenden Draht (*Antenne*) 1 (Fig. 1370) und der andere mit der Erde 2 verbunden. Die telegraphischen

Zeichen werden durch Niederdrücken der Taste 3 erzeugt, die den Stromkreis der Stromquelle 4 über die primären Windungen des Induktors 5 schließt. Bei dieser zuerst von Marconi angewendeten Schaltung durchlaufen die vom Oszillator erzeugten Schwingungen den Luftdraht in seiner ganzen Länge. Die zwischen Draht und Erde entstehenden elektrischen Kraftlinien stehen senkrecht auf der Erdoberfläche; die vom Draht ausgehende wellenförmige Bewegung verläuft in der oberen Hälfte im Luftraum, in der unteren in der Erde, woraus sich die größere Fernwirkung über gutleitende Wasserflächen als über Land erklärt. Die Schwingungen bei der *Marconischaltung* sind stark gedämpft, was ihre Wirkung auf den Empfänger sehr beeinträchtigt; auch reicht die Kapazität des Sendedrahtes nicht aus, um anhaltendere schwach gedämpfte Schwingungen zu liefern. Für die Herstellung solcher eignet sich mehr der von Braun angegebene *geschlossene Schwingungskreis*, den man durch Einschaltung großer *Kapazität* in Gestalt von Leidener Flaschen (oder auch Ölkondensatoren, die große Mengen elektrischer Energie aufzunehmen vermögen), einer *Selbstinduktion* in Form einer Drahtspule, und der Funkenstrecke in einen Stromkreis erhält. Wird die Flaschenbatterie durch einen Induktor geladen, so tritt der Entladungsfunke erst bei hohem Spannungsgrad ein, und es entstehen kräftige Schwingungen, deren Amplitude nur allmählich abnimmt. Damit der geschlossene Schwingungskreis Energie nach außen abgibt, wird er nach Braun mit dem offenen Marconisender gekoppelt, und zwar direkt oder induktiv. Die Schwingungen des geschlossenen Kreises werden dadurch der offenen Strombahn aufgezwungen, von der sie in den Äther übergehen. Das Resonanzprinzip erfordert, daß beide Schwingungskreise auf gleiche Wellenlänge abgestimmt werden. Zur Erleichterung der Abstimmung verwendet man veränderliche Selbstinduktionsspulen. Bei der Braunschen Senderanordnung *mit induktiver Koppelung* (Fig. 1371) bilden die Selbstinduktionsspulen 6 und 7 einen Transformator, der die Schwingungen des geschlossenen Schwingungskreises auf die Strombahn des Luftdrahtes überträgt; 8 ist eine regelbare Selbstinduktionsspule zur Abstimmung, 9 die Kapazität aus Leidener Flaschen (die übrigen Ziffern wie in Fig. 1370). Eine *Selbstinduktionsspule für Großstationen* zeigt Fig. 1372. Bei *direkter Koppelung* wird der Luftdraht mittels verschiebbaren Kontakts unmittelbar mit der Spule 6 (Fig. 1371) verbunden. Um die Dämpfung der Schwingungen möglichst zu verringern, muß der Widerstand der Drähte und insbesondere der Erdleitung gering gehalten werden. Bei schlechter Erdverbindung bedient man sich eines sogenannten *Gegengewichts*, eines auf der Erdoberfläche ausgebreiteten Drahtnetzes, dessen Kapazität der des Luftdrahtes entspricht. Werden beide Spulen 6 und 7 dicht zusammengebracht, so ist die Koppelung *eng*; werden sie voneinander entfernt, so ist sie *lose*. Im ersten Fall ist die Energieübertragung höher, die Schwingungen der geschlossenen und offenen Strombahn beeinflussen sich aber so, daß sie nicht mit der Eigenschwingung der Systeme übereinstimmen, sondern unrein werden, was scharfe Abstimmung verhindert. Bei loser Koppelung erhält man schwächere, aber reine Wellen, die genauere Abstimmung ermöglichen.

Der *Empfänger* für die elektrischen Ätherwellen bildet gewissermaßen die Umkehrung des Senders. Die ankommenden Wellen erregen im Luftdraht gleiche elektrische Schwingungen, wie sie der Sender erzeugt. Um diese wahrnehmbar zu machen, bedarf es besonderer *Wellenanzeiger*

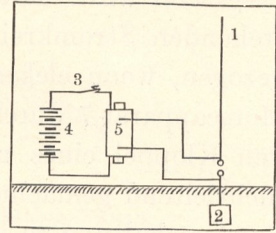


Fig. 1370. Antenne, die stark gedämpfte Wellen ausstrahlt.

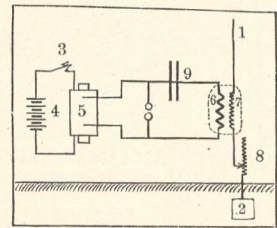


Fig. 1371. Antenne, die schwach gedämpfte Wellen ausstrahlt.

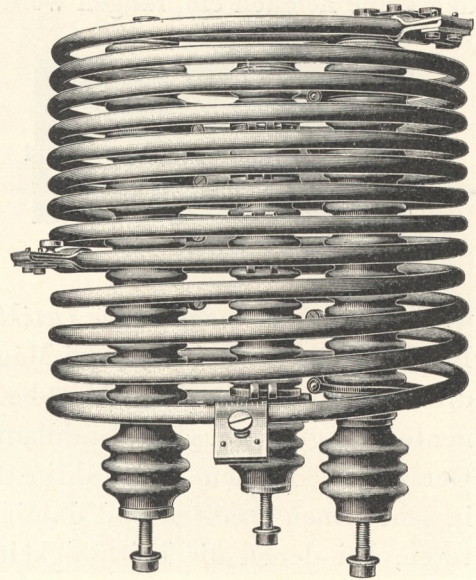


Fig. 1372. Selbstinduktionsspule für Großstationen.

Funkenstrecke 4, 5 besteht. Daß von diesem elektrische Schwingungen ausgestrahlt werden, bewies Hertz an einem davon entfernt aufgestellten *Resonator*, das ist ein metallischer Ring, der mit einer mikroskopisch kleinen Funkenstrecke versehen ist. Wenn nämlich bei 4, 5 ein elektrischer Funke überspringt, sind auch an der kleinen Funkenstrecke des Ringes schwache Funken wahrnehmbar. Bei einer der Hertz'schen Versuchsanordnungen (Fig. 1369) bringt man die Funkenstrecke in den Brennpunkt eines metallischen Hohlspiegels 5; die ausgestrahlten Wellen werden dann nach dem metallischen Planspiegel 6 hin gerichtet und von diesem wieder zurückgeworfen, so daß stehende Wellen erzeugt werden. Die ausgezogene Linie bezeichnet die von 7 ausgehende, die punktierte die von 6 reflektierte Welle. Zwischen den Knotenpunkten 1, 2, 3, 4 schwingen die Ätherteilchen auf und ab. Sucht man die Strecke mit dem oben erwähnten Resonator ab, so zeigt er an den Knotenpunkten keine Funken, wohl aber innerhalb der Wellenbäuche, und zwar am stärksten an den Stellen der weitesten Ausbuchtung. Die Entfernung zwischen den Knotenpunkten 1 und 3 oder 2 und 4 heißt die *Wellenlänge*; die Zeit, in der die Bewegung von 1 bis 3 oder von 2 bis 4 fortschreitet, d. h. in der sie vom Wert Null zum höchsten positiven Wert steigt, bis Null fällt, den höchsten negativen Wert erreicht und wieder zum Wert Null zurückkehrt, heißt die *Periode*; die Zahl der Perioden in einer Sekunde heißt die *Frequenz*; der senkrechte Abstand zwischen dem höchsten positiven und höchsten negativen Wert die *Amplitude*.

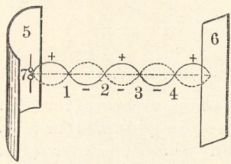


Fig. 1369. Hertz'sche Versuchsanordnung.

Die Schwingungsdauer  $T$  (Periode) hängt ab von der Kapazität  $C$  und von der Selbstinduktion  $L$  der Schwingungsbahn (d. h. des durch die Funkenstrecke 4, 5 in Fig. 1368 unterbrochenen Drahtes), entsprechend der für die Radiotelegraphie grundlegenden Formel  $T = 2\pi\sqrt{C \cdot L}$  (wo  $\pi = 3,14159\dots$ ).

Während der Funkenentladung ist die Spannung an der Funkenstrecke gleich Null, dort befindet sich demnach ein Wellenknoten; an den Enden des Drahtes bildet sich ein Wellenbauch. Verbindet man den einen Pol der Funkenstrecke mit der Erde, so entfällt auf die verbleibende Drahthälfte ein Viertel der Wellenlänge; letztere beträgt demnach das Vierfache der Länge dieses Drahtes. Außer der Schwingung mit dieser Wellenlänge entstehen Oberschwingungen, die Wellenlängen von  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{5}{4}$  usw. derjenigen der Grundschwingung haben. Die elektrischen Wellen schnüren sich von dem Oszillator ab und pflanzen sich im Weltäther nach allen Richtungen senkrecht zum Schwingungsdraht fort, indem immer eine Ätherschicht die benachbarte zum Mitschwingen senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung erregt. Die ausgesendeten elektrischen Ätherwellen haben die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Lichtwellen (300 000 km in der Sekunde) und unterscheiden sich von ihnen nur durch Wellenlänge und Frequenz. (Das Produkt aus beiden ergibt wie beim Licht 300 000 km.) Die Wellenlänge des roten Lichtes beträgt bei 450 Billionen Schwingungen in der Sekunde 0,00067 mm; die kleinsten bekannten elektrischen Schwingungen haben eine Frequenzzahl von ca. 10 Millionen und eine Wellenlänge von ca. 3 cm. Die elektrischen Ätherwellen gehen durch Nichtleiter der Elektrizität ungehindert hindurch, werden dagegen durch Leiter reflektiert, polarisiert oder absorbiert.

Wie eine angeschlagene Stimmgabel eine zweite, auf denselben Ton abgestimmte durch Resonanz zum Mitschwingen bringt, so rufen die Schwingungen eines elektrischen Oszillators durch die ausgestrahlten Ätherwellen in einer entfernten metallischen Schwingungsbahn wieder Schwingungen hervor, sofern die Empfangsvorrichtung dieselben elektrischen Bedingungen bietet wie der Oszillator. Dies ist der Fall, wenn bei beiden der Faktor  $C \cdot L$ , d. h. das Produkt aus Kapazität und Selbstinduktion (in obiger Formel  $T = 2\pi\sqrt{C \cdot L}$ ), gleich ist. Oszillator und Empfänger haben dann gleiche Eigenschwingung, „sie befinden sich in Resonanz.“ Verstimmt man den Empfänger, indem man seine Kapazität oder Selbstinduktion ändert, so werden die Wirkungen der elektrischen Ätherwellen auf ihn geschwächt oder ganz aufgehoben.

**Schaltungen.** Da der Hertz'sche Oszillator für die Ausstrahlung in den freien Raum nicht die geeignete Form hat, wird der eine Pol der Funkenstrecke mit einem hoch in die Luft ragenden Draht (*Antenne*) 1 (Fig. 1370) und der andere mit der Erde 2 verbunden. Die telegraphischen



Zeichen werden durch Niederdrücken der Taste 3 erzeugt, die den Stromkreis der Stromquelle 4 über die primären Windungen des Induktors 5 schließt. Bei dieser zuerst von Marconi angewendeten Schaltung durchlaufen die vom Oszillator erzeugten Schwingungen den Luftdraht in seiner ganzen Länge. Die zwischen Draht und Erde entstehenden elektrischen Kraftlinien stehen senkrecht auf der Erdoberfläche; die vom Draht ausgehende wellenförmige Bewegung verläuft in der oberen Hälfte im Luftraum, in der unteren in der Erde, woraus sich die größere Fernwirkung über gutleitende Wasserflächen als über Land erklärt. Die Schwingungen bei der *Marconischaltung* sind stark gedämpft, was ihre Wirkung auf den Empfänger sehr beeinträchtigt; auch reicht die Kapazität des Sendedrahtes nicht aus, um anhaltendere schwach gedämpfte Schwingungen zu liefern. Für die Herstellung solcher eignet sich mehr der von Braun angegebene *geschlossene Schwingungskreis*, den man durch Einschaltung großer *Kapazität* in Gestalt von Leidener Flaschen (oder auch Ölkondensatoren, die große Mengen elektrischer Energie aufzunehmen vermögen), einer *Selbstinduktion* in Form einer Drahtspule, und der Funkenstrecke in einen Stromkreis erhält. Wird die Flaschenbatterie durch einen Induktor geladen, so tritt der Entladungsfunke erst bei hohem Spannungsgrad ein, und es entstehen kräftige Schwingungen, deren Amplitude nur allmählich abnimmt. Damit der geschlossene Schwingungskreis Energie nach außen abgibt, wird er nach Braun mit dem offenen Marconisender gekoppelt, und zwar direkt oder induktiv. Die Schwingungen des geschlossenen Kreises werden dadurch der offenen Strombahn aufgezwungen, von der sie in den Äther übergehen. Das Resonanzprinzip erfordert, daß beide Schwingungskreise auf gleiche Wellenlänge abgestimmt werden. Zur Erleichterung der Abstimmung verwendet man veränderliche Selbstinduktionsspulen. Bei der Braunschen Senderanordnung mit *induktiver Koppelung* (Fig. 1371) bilden die Selbstinduktionsspulen 6 und 7 einen Transformator, der die Schwingungen des geschlossenen Schwingungskreises auf die Strombahn des Luftdrahtes überträgt; 8 ist eine regelbare Selbstinduktionsspule zur Abstimmung, 9 die Kapazität aus Leidener Flaschen (die übrigen Ziffern wie in Fig. 1370). Eine *Selbstinduktionsspule für Großstationen* zeigt Fig. 1372. Bei *direkter Koppelung* wird der Luftdraht mittels verschiebbaren Kontakts unmittelbar mit der Spule 6 (Fig. 1371) verbunden. Um die Dämpfung der Schwingungen möglichst zu verringern, muß der Widerstand der Drähte und insbesondere der Erdleitung gering gehalten werden. Bei schlechter Erdverbindung bedient man sich eines sogenannten *Gegengewichts*, eines auf der Erdoberfläche ausgebreiteten Drahtnetzes, dessen Kapazität der des Luftdrahtes entspricht. Werden beide Spulen 6 und 7 dicht zusammengebracht, so ist die Koppelung *eng*; werden sie voneinander entfernt, so ist sie *lose*. Im ersten Fall ist die Energieübertragung höher, die Schwingungen der geschlossenen und offenen Strombahn beeinflussen sich aber so, daß sie nicht mit der Eigenschwingung der Systeme übereinstimmen, sondern unrein werden, was scharfe Abstimmung verhindert. Bei loser Koppelung erhält man schwächere, aber reine Wellen, die genauere Abstimmung ermöglichen.

Der **Empfänger** für die elektrischen Ätherwellen bildet gewissermaßen die Umkehrung des Senders. Die ankommenden Wellen erregen im Luftdraht gleiche elektrische Schwingungen, wie sie der Sender erzeugt. Um diese wahrnehmbar zu machen, bedarf es besonderer *Wellenanzeiger*

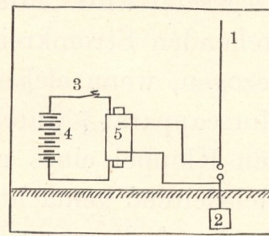


Fig. 1370. Antenne, die stark gedämpfte Wellen ausstrahlt.

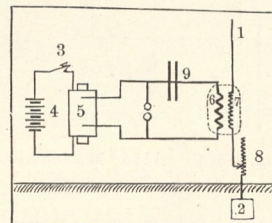


Fig. 1371. Antenne, die schwach gedämpfte Wellen ausstrahlt.

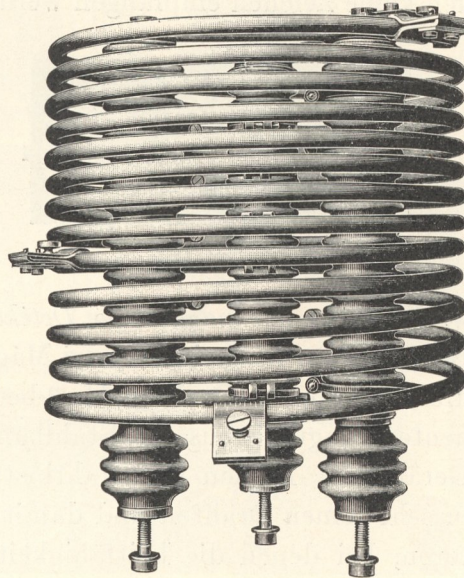


Fig. 1372. Selbstinduktionsspule für Großstationen.

(*Detektoren*). Als ein solcher wurde der Branly'sche *Kohärer* oder *Fritter* von Marconi eingeführt. Der Fritter (8 in Fig. 1373), ein luftdicht abgeschlossenes Glasröhrchen mit lose geschichteten Metallspänen (aus Silber, Nickel, Stahl usw.) und zwei Metallpolen, leitet für gewöhnlich den elektrischen Strom nicht, verliert aber seinen hohen Widerstand, wenn er elektrischen Strahlungen ausgesetzt wird. Mit dem Luftdraht 1 verbunden und in den aus Element 3 und Relais 5 bestehenden Stromkreis geschaltet, leitet er den Strom. Der Anker des Relais wird daher angezogen, wenn elektrische Schwingungen auf den Luftdraht treffen. Das Relais betätigt einen Morseapparat 7 durch Batterie 4. Nach Aufhören der Schwingungen wird der Fritter 8 durch den Klöppel eines mit im Stromkreis von 5 gelegenen Klopfers 6 erschüttert und so wieder nichtleitend gemacht; 2 ist die Erdleitung. Um die Empfängerschaltung in Resonanz mit der Senderschaltung zu bringen (auf die Wellenlänge des Senders abzustimmen), benutzt man verschiedene Schaltungsweisen, so nach *System Telefunken* (Fig. 1374) durch Verschiebung des Kontakts 3 an der Selbstinduktionsspule 4 und durch Veränderung der Kapazität des Kondensators 5 (6 und 7 sind unveränderliche Kondensatoren). Durch den von den veränderlichen Selbstinduktionsspulen 8 und 9 gebildeten Schwingungstransformator 10 werden die Schwingungen auf den geschlossenen Schwingungskreis übertragen, in dem der Fritter 11 und ein konstanter Kondensator 12 liegt. Dieser Stromkreis wird ebenfalls in Resonanz mit dem Luftdraht gebracht. Die Koppelung zwischen den Spulen 8 und 9 wird durch großen Abstand beider zwecks scharfer Abstimmung lose gehalten; die Kapazität des geschlossenen Kreises läßt sich durch den regelbaren Kondensator 13 ändern (1 Antenne, 2 Erdleitung).

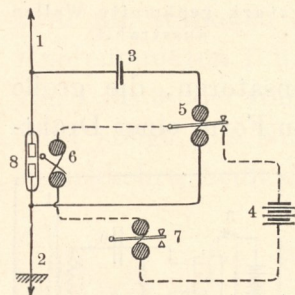


Fig. 1373. Alte Marconi-station (Empfänger).

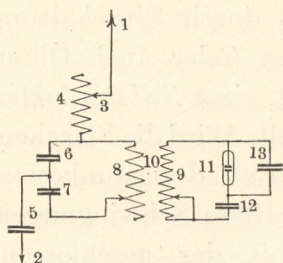


Fig. 1374. Empfangsschaltung nach System Telefunken.

Dieser Stromkreis wird ebenfalls in Resonanz mit dem Luftdraht gebracht. Die Koppelung zwischen den Spulen 8 und 9 wird durch großen Abstand beider zwecks scharfer Abstimmung lose gehalten; die Kapazität des geschlossenen Kreises läßt sich durch den regelbaren Kondensator 13 ändern (1 Antenne, 2 Erdleitung).

Zur Überwindung des Fritterwiderstandes ist ein bestimmter Spannungsgrad nötig, ohne den keine Zeichen empfangen werden; deshalb verwendet man statt des Fritters oder mit ihm zu-

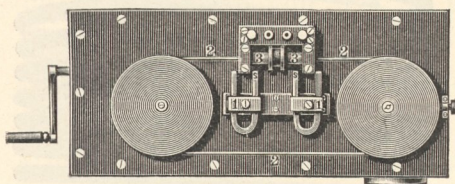


Fig. 1375. Magnetischer Detektor von Marconi.

gleich empfindlichere Wellenempfänger, die auch schwächere Wellen anzeigen, aber meist nur ein Abhören der Morsezeichen mit dem Telephon gestatten. Hierher gehören *elektrolytische Zellen* (z. B. die *Schlömilchzelle* des Systems Telefunken, *Flüssigkeitsbarreter* von Fessenden und andere), in denen die durch schwachen galvanischen Strom erregte Gasentwicklung unter Einfluß der elektrischen Schwingungen verstärkt wird; ferner der *magnetische Detektor von Marconi* (Fig. 1375) und die *Hitzdraht-Wellenempfänger*. Bei ersterem wird ein an zwei Magneten 1 vorbeigeführtes Stahlband 2 durch zwei mit dem Luftdraht gekoppelte Drahtspulen 3 beeinflusst; die auftreffenden Schwingungen verändern den remanenten Magnetismus des Stahlbandes und verursachen im angeschalteten Fernhörer knackende Geräusche. In den Hitzdrahtinstrumenten rufen die Schwingungen Temperaturveränderungen in sehr feinen Drähten und damit Widerstandsschwankungen hervor. Auch gibt es Wellendetektoren, bei denen die Leitfähigkeit eines eingeschlossenen erhitzten Gases durch die Wellen geändert wird, z. B. bei dem *Glühlampendetektor* von Fleming. Für den Schreibempfang verwendet man meist noch den Fritter.

## 2. Radiotelegraphische Systeme.

Die Unterschiede zwischen den radiotelegraphischen Systemen bestehen nur in Verschiedenheiten der Schaltungen und der Apparate, insbesondere der Funkeninduktoren, Stromunterbrecher des Primärkreises der Induktoren, Schwingungstransformatoren und Kondensatoren.

Die Ermittlung der Längen der ankommenden Wellen erfolgt mittels *Wellenmesser*, die auf dem Prinzip der Resonanz beruhen; sie lassen an einem Hitzdrahtthermometer die Wirkung

der Schwingungen auf einen geschlossenen Schwingungskreis aus veränderlichen Kapazitäten und Selbstinduktionen erkennen und werden abgeglichen, bis die Wirkung ein Maximum wird. Neue Universalmeßinstrumente gestatten gleichzeitig Messungen der Wellenlängen, Aufnahme von Resonanzkurven und Messung der Dämpfung. Die Abstimmung auf eine Wellenlänge läßt sich bei den modernen Stationen so genau ausführen, daß die Korrespondenz zwischen zwei mit bestimmter Wellenlänge arbeitenden Stationen von anderen in ihrem Bereich liegenden Stationen nicht gestört wird, wenn deren Wellenlänge um mehr als 4 Proz. größer oder kleiner ist. Absichtliches Auffangen von Telegrammen durch dritte Stationen läßt sich nicht verhindern; man braucht nur die Länge der verwendeten Welle durch Wellenmesser zu bestimmen und danach die Empfänger einzustellen.

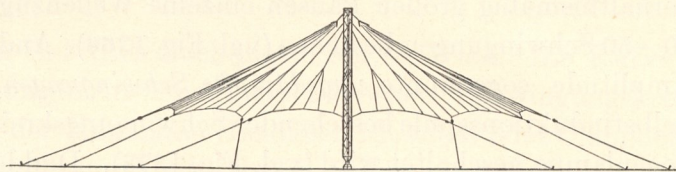


Fig. 1376. Antenne der Station Nauen.

Zum Ausstrahlen und zum Empfang der Wellen dient dieselbe *Antenne* (durch Umschalter

entweder mit der Sende- oder mit der Empfangsvorrichtung zu verbinden); sie besteht (Fig. 1376) aus Drahtgebilden in Form von Fächern, Harfen, Zylindern, Kegeln, Schirmen und wird zwischen einzelnen hohen Masten und der Erde, wie bei der Großstation Nauen, oder zwischen mehreren Türmen oder Masten, wie bei den Stationen in Norddeich und den großen atlantischen Marconistationen, ausgespannt, auf Schiffen zwischen den Masten aufgehängt. Form und Höhe richten sich nach der zu erzielenden Reichweite. Die Türme und Masten der Großstationen sind 100 m hoch und höher; die Energie der bei ihnen zur Erregung der Wellen verwendeten Maschinen beträgt bis zu 70 Kilo-

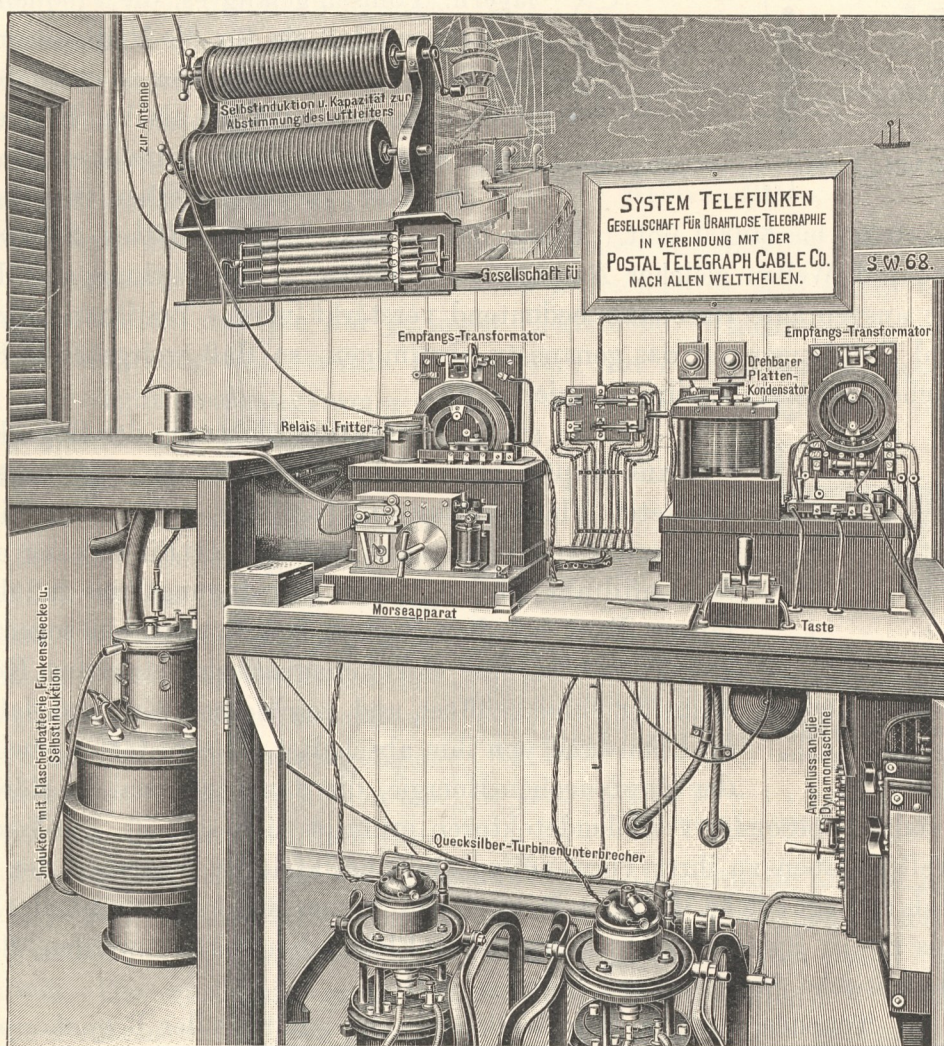


Fig. 1377. Schiffsstation nach dem System Telefunken.

watt, die Wellenlängen bis zu mehreren tausend Metern. Gewöhnliche Küsten- und Bordstationen verwenden Wellenlängen von 300 und 600 m und haben 300—1000 km Reichweite; der Kraftaufwand beträgt bei ihnen ca. 1 Kilowatt. Der Abstand der Station Clifden an der Küste von Irland von der Station Glace Bay in Neuschottland beträgt ca. 3200 km. Die Großstation Nauen hat Dampfmaschinen Telegramme über 4000 km weit übermittelt. Die Reichweite der Stationen wechselt oft; der Grund ist die wechselnde Beschaffenheit der Erdatmosphäre. Das Tageslicht setzt die Durchlässigkeit der Luft für die elektrischen Wellen herab. Atmosphärische

Entladungen stören den Betrieb der Stationen, namentlich wenn als Wellendetektor der Fritter dient. Fig. 1377 zeigt eine sowohl für den Empfang mit Schreibapparat (mittels Fritters) als auch für den Empfang mit Hörern (mittels elektrolytischer Zelle) eingerichtete Schiffsstation.

**Ungedämpfte Schwingungen.** Bei der Erzeugung von elektrischen Schwingungen durch Funkenentladungen (10—12 in der Sekunde, bei neueren Apparaten auch 30—100) entstehen in verhältnismäßig großen Pausen einzelne Wellenzüge, die bei genügend schwacher Dämpfung aus 20—50 Schwingungen bestehen (vgl. Fig. 1366). Andauernde Schwingungen mit annähernd gleicher Amplitude, sogenannte *ungedämpfte Schwingungen*, erhält man, wenn ein aus Kondensator und Selbstinduktionsspule bestehender Schwingungskreis parallel zu dem Lichtbogen einer Gleichstrombogenlampe geschaltet wird (vgl. Fig. 1378). Duddel wies 1900 nach, daß bei geeigneter Wahl der Kapazität und Selbstinduktion der Gleichstromlichtbogen einen Ton gibt, was dadurch erklärt

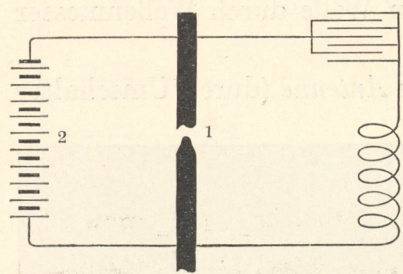


Fig. 1378. Duddelscher Schwingungskreis.

wird, daß der Kondensator sich in schneller Folge abwechselnd ladet und entladet, daß mithin im Schwingungskreise Wechselströme entstehen, die sich im Lichtbogen über den Gleichstrom lagern. Poulson gelang es, die Frequenz dieser Wechselströme so zu steigern, daß sie für die Radiotelegraphie brauchbar wurden. Die Stärke (Amplitude) der so erzeugten Schwingungen ist allerdings erheblich geringer als bei Funkenentladungen; die Spannung beträgt bei den benutzbaren Bogenlampen höchstens 400 bis 500 Volt, bei den bisher verwendeten Funkenentladungen ca. 40000 bis 50000 Volt. Dafür haben diese *kontinuierlichen Schwingungen* aber den Vorzug, dauernd Wellen gleicher Amplitude zu liefern, deren Wirkung auf den Empfängerkreis durch die ausgeprägte Resonanz bedeutend verstärkt wird. Bei ihrer Anwendung kann man Sender und Empfänger auf das genaueste abstimmen, so daß weitgehende Störungsfreiheit gegen die Wellen anderer Stationen erzielt wird.

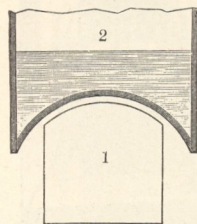


Fig. 1379. Poulsons Bogenlampe (1 Kohlenelektrode; 2 hohle, gekühlte Kupferelektrode).

Poulson stellt die negative Elektrode der Bogenlampe aus Kohle, die positive aus Kupfer her und kühlt letztere dauernd mit einem durch deren Inneres geleiteten Flüssigkeitsstrom (vgl. Fig. 1379); der Lichtbogen brennt in einer Wasserstoffatmosphäre und steht unter Einwirkung eines magnetischen Feldes, der Luftdraht wird mit dem Schwingungskreis induktiv gekoppelt. Als Empfänger dient bei dem System von Poulson ein sogenannter *Tikker* mit Hörer. Der Tikker ist eine elektromagnetisch betriebene Kontaktvorrichtung, die in schneller Folge geöffnet und geschlossen wird und dabei den Hörer an den Luftdraht an- und von ihm abschaltet. Er gestattet gewissermaßen Aufspeicherung der empfangenen Energie, die dann jedesmal im Hörer wirksam wird. Die Anwendung besonderer Wellendetektoren erübrigt sich dabei. Die Vorzüge der kontinuierlichen Wellen haben zu ihrer Verwendung auch bei anderen Systemen der Radiotelegraphie geführt. Man erzeugt solche Wellen z. B. auch durch eine Reihe hintereinander geschalteter Bogenlampen (bis zwölf; System Telefunken), deren Elektroden gekühlt werden, die aber in Luft und ohne magnetische Beeinflussung brennen.

**Tönende Funken.** Die Wellenerzeugung mittels der Bogenlampe hat in die Praxis wegen verschiedener technischer Schwierigkeiten noch nicht recht Eingang gefunden. Dagegen ist die Funkenmethode jetzt sehr verbessert. Schon mit der ausgedehnten Verwendung von Hörempfängern hatte man erkannt, daß eine Vermehrung der Funken beim Sender den Wirkungsgrad erheblich verbesserte. Während bei Anwendung des Kohärens oder Fritters die günstigste Funkenzahl etwa 20 in der Sekunde beträgt und eine Steigerung darüber nur Verschwendung von Energie bedeutet, da der Kohärer nur auf die momentane Spannung der vom Empfänger aufgefangenen Schwingungen anspricht, ergab die Vermehrung der Funken bei Anwendung anderer Detektoren eine erhebliche Vergrößerung der Reichweiten, so daß Stationen schon mit den bisher gebräuchlichen Apparaten bisweilen das Drei- und Vierfache ihrer normalen Reichweiten erzielten.

Die Funkenfolge war dabei auf 50—100 in der Sekunde gesteigert. Immerhin war hierbei die Ausnutzung der im Sendersystem aufgewendeten Energie verhältnismäßig ungünstig, denn die Schwingungen sind auch bei Anwendung des geschlossenen Schwingungskreises noch ziemlich stark gedämpft, außerdem nicht völlig rein. Man kam nicht über die Schwierigkeiten hinweg, die sich bei der Koppelung des geschlossenen Schwingungskreises mit dem offenen der ausstrahlenden Antenne bot.

Aufklärung über diesen Punkt brachten erst Untersuchungen von M. Wien. Die Kurve I in Fig. 1380 zeigt den Verlauf der Schwingungen in einem geschlossenen Schwingungskreis aus der bisher gebräuchlichen Funkenstrecke, der Kapazität (Leidener Flaschen oder Ölkondensatoren) und einer Selbstinduktionsspule; die Kurve II gibt den Schwingungsvorgang in dem mit dem ersten durch einen Schwingungstransformator gekoppelten Kreis, z. B. der Antenne, wieder. Die Schwingung setzt mit der größten Stärke ein und nimmt schnell ab, bis bei 1 der Wert Null erreicht ist. Hier würde ohne die Einwirkung des zweiten Schwingungskreises der Schwingungsvorgang enden. In dem sekundären Kreis beginnen die Schwingungen erst allmählich, sie erreichen ihren größten Wert in dem Augenblick, in dem diejenigen des ersten Kreises den Wert Null haben; wenn nun der erste Schwingungskreis völlig unterbrochen wäre, könnte der zweite auf den ersten keine Einwirkung haben. Die völlige Unterbrechung tritt aber im ersten Kreis nicht ein, denn die beiden Funkenelektroden und die sie umgebenden Luftschichten sind durch die vorausgegangene Entladung so erhitzt, daß sie nur geringen elektrischen Widerstand haben. Schon unter geringer Induktionswirkung des zweiten Kreises wird die Funkenstrecke wieder durchschlagen, so daß der Schwingungsvorgang, wenn auch bei verminderter Amplitude, von neuem einsetzt. Die Energie wandert so zwischen beiden Kreisen hin und her, bis sie infolge des Verlustes durch die Dämpfung im System und durch Ausstrahlung verzehrt wird. Bekanntlich ist es für die Ausbildung wirksamer Schwingungen erforderlich, daß sie der Eigenschwingung des Kreises völlig entsprechen. Werden die Schwingungen der beiden obigen Kreise mittels Herstellung von Resonanzkreisen aufgenommen, so zeigt sich, daß in dem ausstrahlenden Sekundärkreis nicht eine, sondern zwei Schwingungen entstehen, von denen die eine größer, die andere kleiner als die Eigenschwingung des Kreises ist. Hierdurch wird die Einwirkung der Sendestation auf die mit ihr auf die gleiche Eigenschwingung abgestimmte Empfangsstation stark beeinträchtigt, ja eine ganz scharfe Abstimmung überhaupt unmöglich, sofern man nicht beim Sender zur Vermeidung der Rückwirkung des zweiten Kreises auf den ersten die Koppelung ganz lose wählen will. Dies würde aber große Verluste an Energie bedeuten. M. Wien fand nun bei Anwendung von Funkenstrecken mit ganz kleinem Elektrodenabstand (Bruchteile eines Millimeters), daß ihr Widerstand nach Abklingen der ersten Schwingung, Punkt 1 in Fig. 1380, schnell wieder zunimmt. Funken von ganz geringer Schlagweite erhitzen die Elektroden und die zwischen ihnen befindlichen Luftschichten nicht sonderlich; die Funkenstrecke wird sogleich wieder völlig nichtleitend, die Schwingungsbahn ist somit völlig unterbrochen, und die Induktionswirkung des sekundären Kreises vermag daher im primären keine neuen Schwingungen auszulösen. Wie die Kurve I der Fig. 1381 zeigt, endet der Schwingungsvorgang im primären Kreis völlig, sobald die Amplitude bei 1 den Wert Null erreicht. Die in den sekundären Kreis übertragene Energie schwingt in diesem nun unbeeinflusst in der Eigenschwingung desselben weiter, wie aus der Kurve II in Fig. 1381 hervorgeht. Die allmähliche Abnahme wird lediglich durch

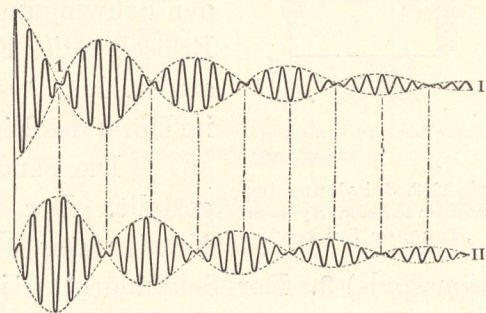


Fig. 1380. Primärer (I) und sekundärer (II) Schwingungskreis.

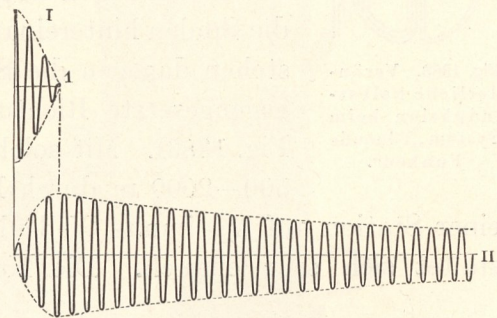


Fig. 1381. Primärer (I) und sekundärer (II) Schwingungskreis.

wirkung der Sendestation auf die mit ihr auf die gleiche Eigenschwingung abgestimmte Empfangsstation stark beeinträchtigt, ja eine ganz scharfe Abstimmung überhaupt unmöglich, sofern man nicht beim Sender zur Vermeidung der Rückwirkung des zweiten Kreises auf den ersten die Koppelung ganz lose wählen will. Dies würde aber große Verluste an Energie bedeuten. M. Wien fand nun bei Anwendung von Funkenstrecken mit ganz kleinem Elektrodenabstand (Bruchteile eines Millimeters), daß ihr Widerstand nach Abklingen der ersten Schwingung, Punkt 1 in Fig. 1380, schnell wieder zunimmt. Funken von ganz geringer Schlagweite erhitzen die Elektroden und die zwischen ihnen befindlichen Luftschichten nicht sonderlich; die Funkenstrecke wird sogleich wieder völlig nichtleitend, die Schwingungsbahn ist somit völlig unterbrochen, und die Induktionswirkung des sekundären Kreises vermag daher im primären keine neuen Schwingungen auszulösen. Wie die Kurve I der Fig. 1381 zeigt, endet der Schwingungsvorgang im primären Kreis völlig, sobald die Amplitude bei 1 den Wert Null erreicht. Die in den sekundären Kreis übertragene Energie schwingt in diesem nun unbeeinflusst in der Eigenschwingung desselben weiter, wie aus der Kurve II in Fig. 1381 hervorgeht. Die allmähliche Abnahme wird lediglich durch

die eigene Dämpfung des Sekundärkreises bestimmt. Bei der beschriebenen Beschaffenheit des primären Schwingungskreises kann man nun die Koppelung ganz eng wählen, dadurch läßt sich fast die gesamte Schwingungsenergie in den sekundären Kreis übertragen; es treten nicht mehr, wie früher, zwei Wellen verschiedener Länge auf, sondern nur noch eine, und zwar diejenige, die der Eigenschwingung des sekundären Systems entspricht und daher am kräftigsten ausgebildet wird. Nach der Art der Erzeugung der Schwingungen hat man das Verfahren zuerst mit *Stoßerregung* bezeichnet; Wien selbst nannte die kleinen Funken wegen des dabei entstehenden zischenden Geräusches *Zischfunken*. Die Gesellschaft für drahtlose Telegraphie *Telefunken*, die auf der Erfindung Wiens ein neues System aufgebaut hat, wendet für den Schwingungserzeuger den Namen *Löschfunkenstrecke* an, da das schnelle Erlöschen des Funkens im primären Kreis das Wesentliche der Erzeugungsart ist. Das System selbst wird als das der *tönenden Funken* bezeichnet, weil im Hörer des Empfängers ein musikalischer Ton bestimmter Tonhöhe auftritt.

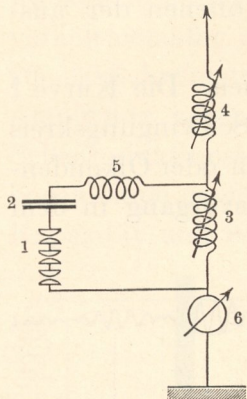


Fig. 1382. Schaltung des Senders beim System „Tönende Funken“.

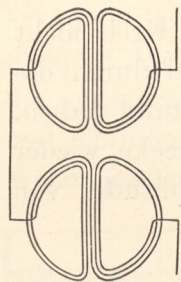


Fig. 1383. Veränderliche Selbstinduktion beim System „Tönende Funken“.

einer Station auf bestimmte Wellenlänge gestaltet sich sehr einfach. Die Koppelung

Die Senderanordnung dieses Systems ist in Fig. 1382 und 1383 dargestellt. Der Erregerkreis besteht aus der Löschfunkenstrecke 1, dem Kondensator 2 und dem Koppelungsvariometer (verstellbare Selbstinduktionsspule) 3. Der Sekundärkreis ist an das Koppelungsvariometer unmittelbar angeschlossen, oben die Antenne mit der Verlängerungsspule 4, unten die Erde oder das Gegengewicht über einen Strommesser 6. Die kleine Induktionsspule 5 dient zu geringen Änderungen des Koppelungsgrades, der für gewöhnlich unverändert bleibt. Die Änderung der Wellenlängen erfolgt durch Änderung der Selbstinduktion der Schwingungskreise, während früher meist die Kapazitäten (Drehplattenkondensatoren usw.) geändert wurden. Die veränderlichen Selbstinduktionsspulen (*Variometer*) bestehen aus einer festen und einer drehbaren kreisrunden Platte, in die Drahtwindungen eingelassen sind. Wird die bewegliche Scheibe so gedreht, daß die Spulen hintereinander geschaltet sind, so ist die Selbstinduktion am höchsten; stehen dagegen die Scheiben derart, daß die Spulen bei Parallelschaltung entgegengesetzte Richtung haben, so ist die Selbstinduktion am niedrigsten (vgl. Fig. 1383). Mit solchem Variometer läßt sich jede Wellenlänge im Bereich von 500—2000 m durch Drehen der beweglichen Platte einstellen. Die Abstimmung

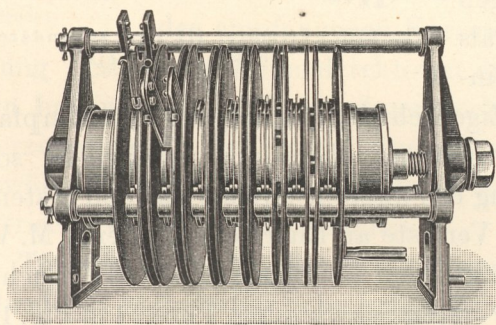


Fig. 1384. Reihen-Funkenstrecke beim System „Tönende Funken“.

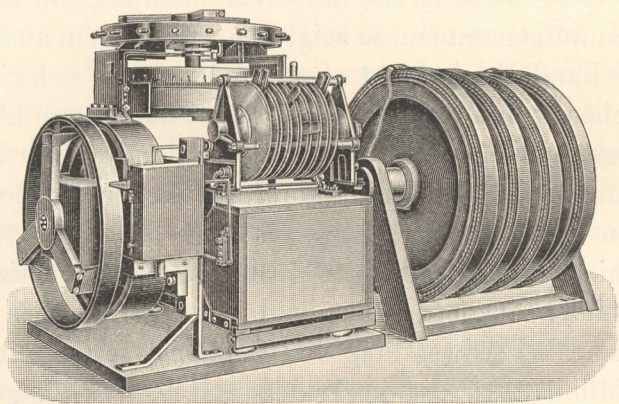


Fig. 1385. Vollständiger Sender für 2 Kilowatt (System „Tönende Funken“).

wird möglichst eng gewählt, jedoch in solchen Grenzen, daß eine Rückwirkung des sekundären Kreises auf den primären ausgeschlossen ist.

Um im Empfänger einen reinen Ton hervorzubringen, muß man die Funkenfolge beim Sender so regeln, daß ihre Zahl im Bereich der akustisch am besten wahrnehmbaren Schwingungen liegt, und daß sie gleichmäßig bleibt. Daher wird zum Betrieb des Senders durch eine Dynamomaschine besonderer Bauart Wechselstrom erzeugt, der in der Sekunde eine bestimmte

Anzahl Wechsel zwischen 500 und 2000 hat. Bei jedem Wechsel entsteht eine Funkenentladung. Infolge der Regelmäßigkeit der Entladungen bildet sich im Empfangshörer ein musikalischer Ton aus, dessen Höhe durch die Funkenzahl in einer Sekunde bestimmt wird. Verschiedene Stationen lassen sich demnach durch verschiedene Tonhöhe unterscheiden. Zur Speisung der Funkenstrecke wird der Maschinenstrom mittels Induktors auf 4000—70 000 Volt transformiert. Die zur Anwendung gelangende Löschfunkenstrecke besteht aus einer Zahl hintereinander geschalteter Teilfunkenstrecken; diese haben, wie Fig. 1384 zeigt, ringförmige Elektroden, die wegen der erforderlichen schnellen Abkühlung aus Metallen von guter Leitfähigkeit, z. B. aus Silber oder Kupfer, hergestellt werden. Der Abstand der Elektroden beträgt nur Bruchteile eines Millimeters; am Rande werden die Elektroden durch eine isolierende Zwischenlage auseinandergehalten. Beim Arbeiten mit nahen Stationen wird nicht die volle Energie des Senders angewendet, sondern nur ein Teil. In diesem Fall ist eine Anzahl der Teilfunkenstrecken kurz zu schließen, wodurch diese ausgeschaltet werden; man kann bei Kurzschließung der Hälfte der Funkenstrecken mit einem Viertel der höchsten Energie arbeiten. Der sekundäre Schwingungskreis, der eigentliche Träger des Schwingungsvorgangs, bedarf einer sehr sorgfältigen Ausführung, damit nicht die Schwingungen durch Leitungswiderstände, Nebenentladungen usw. eine nutzlose Dämpfung erfahren. Die in ihm auftretenden Stromstärken sind ganz erheblich, z. B. bei einer Zweikilowattstation mit 1000 km Antennenkapazität etwa 13 Ampere. Deshalb müssen die Antennendrähte und die Variometer gut leitend und hervorragend gut isoliert sein. Die Variometer werden zur Verhinderung von Wirbelstromverlusten aus sehr feinen, unterteilten, für sich isolierten Kupferdrähten hergestellt: bei einer Zweikilowattstation besteht die Spulenwicklung aus 480 parallelgeschalteten Einzeldrähten; der gesamte Antennenwiderstand ist nicht höher als 6 Ohm.

Die Energieausnutzung bei einer derartigen Senderanordnung ist so günstig, wie sie bisher bei drahtlosen Stationen unbekannt war. Im Hochfrequenzkreis, also zwischen dem primären und sekundären Schwingungskreis, beträgt sie 85 Proz., beim Induktor 80 und bei der Stromerzeugungsmaschine 75 Proz. Im ganzen werden demnach 50 Proz. der aufgewendeten Maschinenleistung in der Antenne wirksam. Bei den gewöhnlichen Funkenstationen erreicht diese Energie nur 20 Proz., bei Anwendung der Bogenlampe als Schwingungserzeuger sogar nur 15 Proz. Einen vollständigen Sender für tönende Funken zeigt Fig. 1385.

Als Wellenempfänger bei der Empfangsstation kann die elektrolytische Zelle oder besser einer der neueren Kontaktdetektoren dienen, z. B. der *Bleiglanzdetektor*. Dieser besteht aus einer Bleiglanzplatte, auf der ein feiner Graphitstift mit leichtem Druck ruht; er hat die Eigenschaft, die von der Antenne aufgefangenen Wechselstromschwingungen in pulsierenden Gleichstrom umzuwandeln. Diese Gleichrichterwirkung wird durch die Bildung eines Thermoelements unter Einfluß der elektrischen Wellen erklärt. Der pulsierende Gleichstrom wird ohne weiteres dem

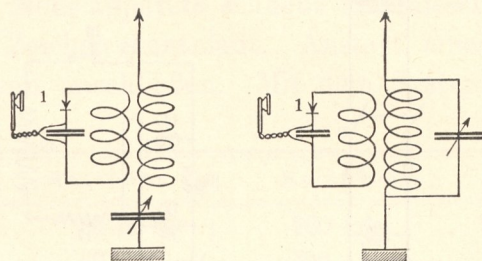


Fig. 1386.

Fig. 1387.

Fig. 1386 und 1387. Schaltung des Hörempfängers (System „Tönende Funken“).

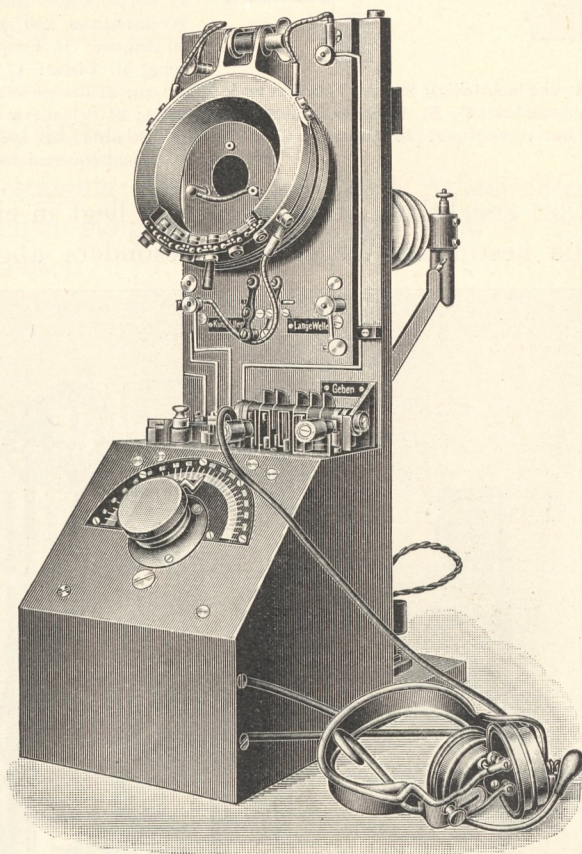


Fig. 1388. Hörempfänger für alle Wellenlängen (System „Tönende Funken“).

Hörer zugeführt. Da die Impulse des Gleichstroms an Zahl den im Sender erzeugten Funkenentladungen gleich sind, so wird die Membran des Hörers in entsprechende Schwingungen ver-

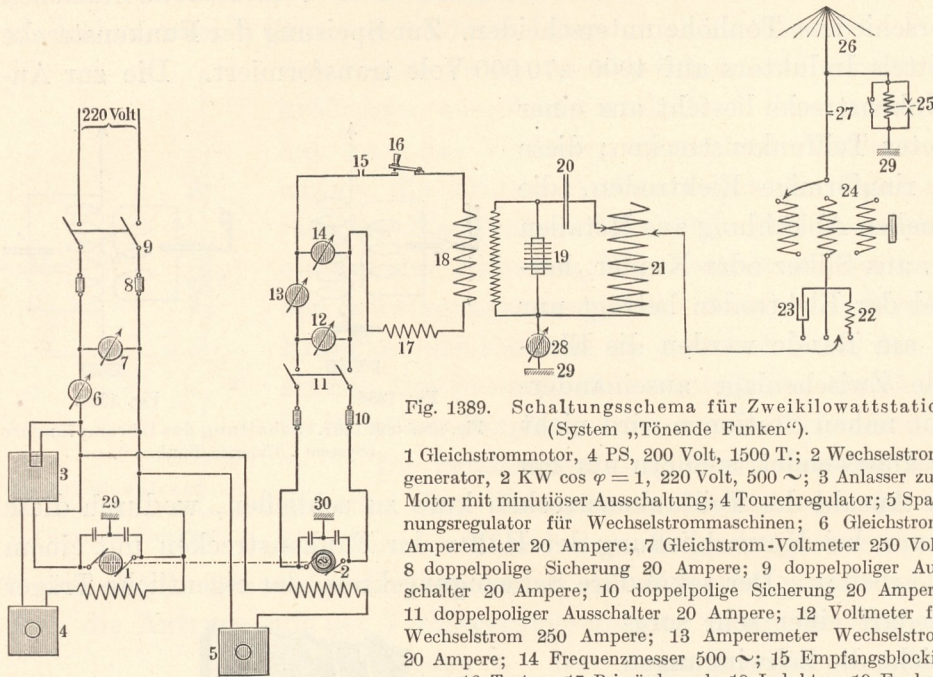


Fig. 1389. Schaltungsdiagramm für Zweikilowattstation (System „Tönende Funken“).

1 Gleichstrommotor, 4 PS, 200 Volt, 1500 T.; 2 Wechselstromgenerator, 2 KW  $\cos \varphi = 1$ , 220 Volt, 500  $\sim$ ; 3 Anlasser zum Motor mit minutiöser Ausschaltung; 4 Tourenregulator; 5 Spannungsregulator für Wechselstrommaschinen; 6 Gleichstrom-Amperemeter 20 Ampere; 7 Gleichstrom-Voltmeter 250 Volt; 8 doppelpolige Sicherung 20 Ampere; 9 doppelpoliger Ausschalter 20 Ampere; 10 doppelpolige Sicherung 20 Ampere; 11 doppelpoliger Ausschalter 20 Ampere; 12 Voltmeter für Wechselstrom 250 Ampere; 13 Amperemeter Wechselstrom 20 Ampere; 14 Frequenzmesser 500  $\sim$ ; 15 Empfangsblockierung; 16 Taster; 17 Primärdrossel; 18 Induktor; 19 Funkenstrecke (achtteilig); 20 zwei Flaschen zu je 12500 cm; 21 Erregerselbstinduktion; 22 Antennen-Verlängerungselbstinduktion; 23 Antenne-Verkürzungskapazität; 24 Schiebevariometer mit zwei festen Wellen; 25 Blitzschutzvorrichtung; 26 Antenne; 27 Antenne-Umschalter; 28 aperiodisches Amperemeter bis 25 Ampere; 29 Erde; 30 Hochfrequenzsicherung.

1387 ersichtlich. Der Detektor 1 liegt in einem besonderen Kreis; dieser braucht aber nicht auf die bestimmte Wellenlänge besonders abgestimmt zu sein und an dem Schwingungsvorgang teilzunehmen, er ist vielmehr aperiodisch. Einen vollständigen Apparat für den Empfang zeigt Fig. 1388.

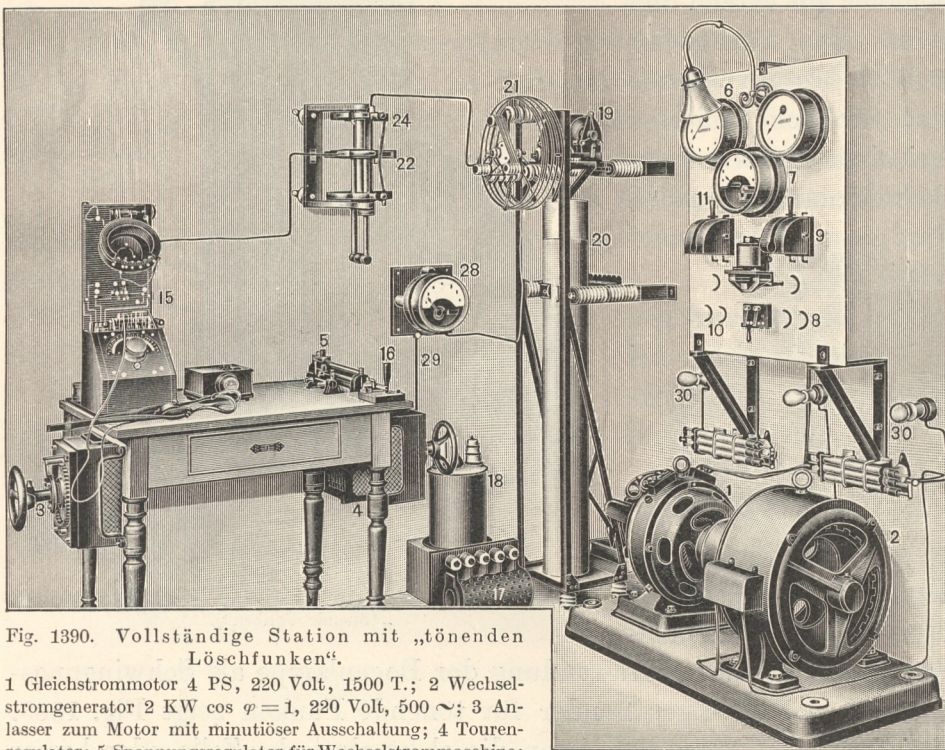


Fig. 1390. Vollständige Station mit „tönenden Löschkfunken“.

1 Gleichstrommotor 4 PS, 220 Volt, 1500 T.; 2 Wechselstromgenerator 2 KW  $\cos \varphi = 1$ , 220 Volt, 500  $\sim$ ; 3 Anlasser zum Motor mit minutiöser Ausschaltung; 4 Tourenregulator; 5 Spannungsregulator für Wechselstrommaschine; 6 Gleichstrom-Amperemeter 20 Ampere; 7 Gleichstrom-Voltmeter 250 Volt; 8 doppelpolige Sicherung 20 Ampere; 9 doppelpoliger Ausschalter 20 Ampere; 10 doppelpolige Sicherung 20 Ampere; 11 doppelpoliger Ausschalter; 15 Empfangsblockierung; 16 Taster; 17 Primärdrossel; 18 Induktor; 19 Funkenstrecke; 20 zwei Flaschen zu je 12500 cm; 21 Erregerselbstinduktion; 22 Antennen-Verlängerungsinduktion; 24 Schiebevariometer mit zwei festen Wellen; 28 Luftdrahtamperemeter; 29 Erdleitung; 30 Hochfrequenzsicherungen.

den pulsierenden Gleichstrom in lebhaftere Bewegungen, wenn die Zahl der Stromimpulse der Frequenz seiner Eigenschwingung entspricht; dagegen bleibt der Anker bei abweichender Impuls-

setzt, die im Rhythmus der abgegebenen Morsezeichen als musikalischer Ton wahrnehmbar sind und sich infolge ihres charakteristischen Klanges von allen anderen Geräuschen deutlich unterscheiden. Da der Sender nur eine einzige Welle (nicht, wie bei der früheren Koppelung, zwei) aussendet, so ist eine scharfe Abstimmung des Empfängers auf diese Welle unter Ausnutzung der Resonanz leicht erreichbar. Die für kurze und lange Wellen angewendeten Empfangsschaltungen sind aus Fig. 1386 und

1387 ersichtlich. Der Detektor 1 liegt in einem besonderen Kreis; dieser braucht aber nicht auf die bestimmte Wellenlänge besonders abgestimmt zu sein und an dem Schwingungsvorgang teilzunehmen, er ist vielmehr aperiodisch. Einen vollständigen Apparat für den Empfang zeigt Fig. 1388.

Um auch einen Schreibempfang zu ermöglichen, werden abgestimmte Telephonrelais verwendet. Ein solches besteht aus einem Elektromagnet mit einer hochohmigen Wicklung und einem kleinen beweglichen Anker, der infolge seiner mechanischen Bauart und seiner Befestigungsweise eine ausgesprochene Eigenschwingung besitzt. Wird das Telephonrelais in den Detektorkreis eingeschaltet, so gerät der Anker durch



zahl in Ruhe. Mit dem Anker sind Mikrophonkontakte verbunden, die mit einer Lokalbatterie und einem zweiten gleichartigen Relais in Serie geschaltet sind. Gerät der Anker des ersten Resonanzrelais in Schwingungen, so verändern sich dementsprechend die Mikrophonkontakte, und die Schwingungen gehen verstärkt auf das zweite Relais über, das in gleicher Weise auf ein drittes wirkt. Bei einer dreifachen Umwandlung sind die Ströme dann so stark, daß sie ein Telegraphenrelais betätigen, das den Lokalstromkreis eines Morseapparats schließt und diesen zur Aufzeichnung der von der Sendestation abgegebenen Zeichen veranlaßt. Anstatt eines Telegraphenrelais läßt sich auch ein lautsprechendes Telephon anschließen. Mit dem System der tönenden Funken wurden folgende Leistungen erzielt:

Strecke	Primärbedarf	Masthöhe	Reichweite
Über Landstrecken . . . . .	1,5 Kilowatt	20 m	200 km
- Landstrecken . . . . .	1,5 -	30 -	350 -
- See oder flaches Land . . . . .	1,5 -	35 -	600 -
- See . . . . .	8,0 -	60 -	2500—3000 km

Ein Schema für die Schaltung und eine Apparatanordnung einer Zweikilowattstation mit tönenden Funken zeigen Fig. 1389 und 1390.

Ein weiterer Fortschritt in der Radiotelegraphie ist von einer Erfindung Goldschmidts zu erwarten, dem es gelungen ist, eine *Hochfrequenz-Dynamomaschine* zu erbauen, die selbst elektrische Schwingungen in Form von Wechselströmen erzeugt.

### D. Radiotelephonie.

Unter *Radiotelephonie* versteht man die Übertragung der Sprache durch Ätherwellen. Die Laute der menschlichen Stimme mit einer Schwingungszahl von ca. 80—1200 in der Sekunde lassen sich mit den durch Funken hervorgebrachten Schwingungen, deren Dauer nur kurz ist und die immer durch verhältnismäßig große Pausen unterbrochen sind, nicht übertragen. Deshalb kommen für diesen Zweck nur die kontinuierlichen ungedämpften Wellen in Frage; sie werden derart verwendet, daß ihre Amplitude mittels gewöhnlichen Mikrophons den Schallschwingungen entsprechend verringert oder vergrößert wird. Das Mikrophon wird hierbei entweder parallel zur sekundären Wickelung des Schwingungstransformators oder bei direkter Verbindung des Schwingungskreises mit dem Luftleiter in die Erdverbindung geschaltet. In der radiotelephonischen Station (Fig. 1391), die im übrigen einer radiotelegraphischen ähnelt, sind 1 und 2 die Elektroden der Bogenlampe auf der Gebestation I, 3 zwei in die Stromzuleitungen eingeschaltete Drosselspulen, 4 das parallel zur sekundären Wickelung des Schwingungstransformators (5, 6) geschaltete Mikrophon. Bei der Empfangsanordnung II bedeuten 7 die als Wellenempfänger dienende elektrolytische Zelle, 8 ein Element, dessen Stromstärke durch den im Nebenschluß eingeschalteten Widerstand 9 geregelt werden kann, und 10 das Telephon; 11 sind Kondensatoren. Infolge der durch die Mikrophonströme verursachten Schwankungen in der Strahlungsenergie des Senders entstehen in der elektrolytischen Zelle des Empfängers Stromschwankungen, die denjenigen der Mikrophonströme entsprechen; sie werden in dem angeschalteten Hörer als Sprachlaute wieder vernehmbar. An Stelle des elektrolytischen Detektors verwendet man auch häufig thermoelektrische Wellenempfänger. Die Radiotelephonie mittels der durch die Bogenlampenmethode hervorgebrachten kontinuierlichen Schwingungen hat bei Versuchen bereits sehr ermutigende Erfolge ergeben, jedoch hat sie sich in die Praxis dauernd noch nicht eingeführt, da die Einrichtungen doch noch nicht sicher genug wirken.

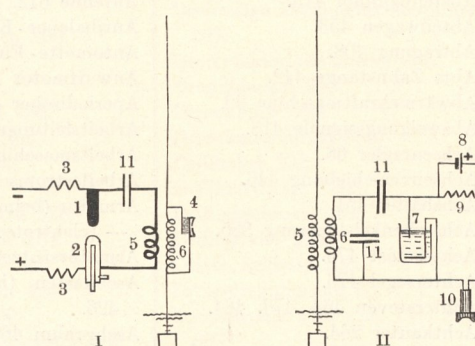


Fig. 1391. Schema der radiotelephonischen Übertragung.

US  
TUG