

Karl Strecker

Die Telegra- phentechnik

Ein Leitfaden für Post- und
Telegraphenbeamte

Fifth Edition



Die
Telegraphentechnik

Ein Leitfaden
für
Post- und Telegraphenbeamte

von
Dr. Karl Strecker
Geh. Postrat und Professor

Fünfte vermehrte Auflage

Mit 375 Textfiguren und 2 Tafeln



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1907

Additional material to this book can be downloaded from <http://extras.springer.com>

ISBN 978-3-662-37156-5

ISBN 978-3-662-37871-7 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-37871-7

Softcover reprint of the hardcover 5th edition 1907

Alle Rechte, insbesondere das der
Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

Vorwort zur vierten Auflage.

Das vorliegende kleine Lehrbuch soll den Beamten diejenigen Kenntnisse vermitteln, welche zum Verständnis und zur richtigen Handhabung der technischen Einrichtungen auf vereinigten Verkehrsanstalten erforderlich sind. Es soll ferner dazu dienen, sie auf den Dienst bei selbständigen Telegraphen- und Fernsprechämtern vorzubereiten.

Seit dem Erscheinen der dritten Auflage sind 10 Jahre verflossen, in denen die Telegraphen- und besonders die Fernsprechtechnik große Fortschritte gemacht hat. Die Amtseinrichtungen sind mannigfaltiger und verwickelter geworden, die Zahl der Apparate ist gewachsen. Zudem ist bei der Neuregelung der Beamtenverhältnisse am 1. Januar 1900 die Gliederung des Dienstes geändert worden. Daher mußte die vorige Auflage fast ganz neu bearbeitet und vielfach erweitert werden.

Um den Umfang des Buches und damit seinen Preis nicht zu beträchtlich zu erhöhen, war tunlichste Beschränkung geboten. Es mußte die Darstellung knapp gehalten werden, aber es waren auch solche Gegenstände ganz beiseite zu lassen, mit denen die Mehrzahl der hier in Betracht kommenden Beamten selten oder niemals Befassung hat.

Wenn andererseits in den Abschnitten über Schnelltelegraphie, Telegraphie in langen Seekabeln und Funkentelegraphie Gegenstände behandelt werden, die nur einer Minderheit der Beamten im praktischen Betrieb vorkommen, so war hier die Rücksicht maßgebend, daß diese Gegenstände jedem Telegraphenbeamten bekannt sein müssen. Da aber die Hilfsmittel für die Belehrung hierüber nicht leicht zugänglich sind, so ist wenigstens ein Abriß gegeben worden. Ähnliches gilt von dem Abschnitt über die Mehrfachtelegraphie.

Auch als ein nützliches Hilfsmittel für die Vorbereitung zu der Telegraphenassistenten- und Telegraphensekretärprüfung

wird das Buch dienen können. Allerdings ist hier zu berücksichtigen, daß aus dem vorher angegebenen Grunde die Meßinstrumente und Meßverfahren überhaupt nicht und von dem Hughes-Gegensprechen nur die wissenschaftlichen Grundlagen behandelt sind.

Die in den früheren Auflagen enthaltenen ausführlichen Tafeln für das Aufsuchen von Fehlern in Störungsfällen mußten — gleichfalls aus Rücksicht auf den Umfang des Buches — weggelassen werden.

Bei der Abfassung des Buches bin ich von mehreren Fachgenossen in dankenswerter Weise unterstützt worden. Namentlich hat Herr Geheimer Postrat Christiani nicht nur einen großen Teil der Beschreibungen übernommen, sondern mir auch bei der Auswahl des Stoffes und der gesamten Darstellung mit seinem Rate zur Seite gestanden.

Berlin, November 1903.

Vorwort zur fünften Auflage.

Das Buch ist in allen Teilen gründlich durchgesehen, einiges Veraltete ausgeschieden und manches Neue zugefügt worden, so insbesondere die neuen Anrufschranke, das Gegensprechen mit dem Hughesapparat, die Fernsprechrelais und mehrere umfangreiche Beschreibungen von Fernsprechumschaltern. Der Umfang des Buches mußte deshalb etwas vergrößert werden. Die Nummern der Abbildungen sind nach Möglichkeit dieselben geblieben, wie in der vorigen Auflage, um den Gebrauch der älteren Auflage neben der neuen im Unterricht zu erleichtern.

Berlin, Mai 1907.

Strecker.

Inhalts-Verzeichnis.

Seite

Erster Teil.

Das Wichtigste aus der Lehre vom Magnetismus, von der Elektrizität und vom Schalle.

Erster Abschnitt. **Magnetismus** 1

Natürliche Magnete. Künstliche Magnete. Verteilung des Magnetismus. Permanenter, temporärer und remanenter Magnetismus. Magnetische Stoffe. Äußerung der magnetischen Kraft. Innerer Bau der Magnete. Koerzitivkraft. Magnetisches Feld. Kraftlinien. Eisen im magnetischen Feld. Magnetische Verteilung. Schirmwirkung. Erdmagnetismus.

Zweiter Abschnitt. **Elektrostatik** 7

Die Lehre von der ruhenden Elektrizität.

Die elektrische Eigenschaft. Elektrisierung durch Mitteilung. Leiter und Nichtleiter. Tafel der elektrischen Leiter. Elektrische Verteilung oder Influenz. Dielektrikum. Potential, Spannung. Ladungskapazität. Ansammlungsapparate. Kondensatoren. Elektrische Leitungen als Kondensatoren. Eine Wirkung der Kapazität in Telegraphenleitungen. Atmosphärische Elektrizität. Blitzableiter.

Dritter Abschnitt. **Elektrodynamik.**

Die Lehre von der strömenden Elektrizität.

I. Der gleichmäßige elektrische Strom 15

Der elektrische Strom. Elektrische Spannung, Arbeit und Leistung. Der elektrische Widerstand; seine Abhängigkeit von der Temperatur. Tafel der spezifischen Widerstände. Berührungswiderstand. Das Ohmsche Gesetz. Die Sätze von Kirchhoff. Folgerungen aus dem Ohmschen Gesetz und den Kirchhoffschen Sätzen. Spannungsverteilung im einfachen Stromkreis.

II. Die Wärmewirkung des elektrischen Stromes 25

Erwärmung des Leiters. Joulesches Gesetz. Erwärmung als Zweck, als Verlust.

	Seite
III. Elektrochemie	26
Leiter erster und zweiter Klasse. Benennungen. Vorgang bei der Elektrolyse. Faradaysches Gesetz. Berührungselektrizität. Chemische Stromerzeugung. Polarisation. Depolarisation. Vorgang im Kupfer-Zink-Element. Sammler oder sekundäre Elemente. Die elektrischen Eigenschaften der Elemente.	
IV. Elektromagnetismus	33
Ablenkung der Magnetnadel durch den Strom. Ampèresche Schwimmerregel. Magnetisches Feld des stromdurchflossenen Leiters. Elektromagnet. Der magnetische Kreis. Der magnetische Widerstand. Hysterese. Zug- oder Tragkraft. Hauptformen der Elektromagnete. Neutrale und polarisierte Elektromagnete.	
V. Induktion	40
Grundbedingung der Induktion. Arten, Richtung und Stärke der Induktion. Verschiedene Fälle der Induktion: Bewegung eines Leiters, Bewegung von Eisen, Stromänderung, Induktion zwischen Telegraphenleitungen, Induktionsapparate.	
VI. Der veränderliche elektrische Strom.	
A. Stromquelle von gleichbleibender Spannung	51
Lade- und Entladestrom eines Kondensators. Magnetisierung und Entmagnetisierung eines Elektromagnets. Geltung des Ohmschen Gesetzes. Ladespannung. Scheinbarer Widerstand. Der elektrische Vorgang in einer Telegraphenleitung, abgehender und ankommender Strom. Ansprechen der Telegraphenapparate. Telegraphische Hilfsschaltungen: Maxwell'sche Erde, Nebenschluß mit hoher Selbstinduktion, Schutz gegen seitliche Induktion.	
B. Stromquelle von veränderlicher Spannung. Wechselstrom	58
Periodische Vorgänge. Verschiedene Frequenzen. Einfache und zusammengesetzte Schwingungen. Kapazität und Selbstinduktion im Wechselstromkreise.	
Vierter Abschnitt. Der Schall	60
Wesen des Schalles. Arten des Schalles. Der Ton. Klangfarbe, Obertöne. Tonerreger. Eigentön. Mitschwingen. Resonanz. Das Sprachorgan. Das Ohr.	

Zweiter Teil.

Stromquellen.

Einteilung	66
Fünfter Abschnitt. Die Primärelemente	66
Nasse und trockene Elemente.	

	Seite
I. Das Kupferelement	67
Bestandteile. Zusammensetzung. Diffusion. Mischung der Flüssigkeiten. Verhalten und Behandlung im Betriebe. Leistung. Lebensdauer. Handgriffe und Vorschriften.	
II. Kohlenelement	76
Bestandteile. Zusammensetzen. Chemischer Vorgang. Unterhaltung. Leistung. Verwendung. Lebensdauer. Handgriffe bei der Unterhaltung.	
III. Die Trockenelemente	79
Allgemeines. Das Eggertsche Trockenelement. Das Hydrolelement. Das Trockenelement von Schneewis. Verwendung und Lebensdauer der Trockenelemente.	
Sechster Abschnitt. Die Sekundärelemente. Sammler	82
Geschichtliches.	
I. Beschreibung von Sammlern	83
Allgemeines. Der Telegraphensammler. Fernsprechsammler. Beschreibung der gebräuchlichen Formen.	
II. Ladung und Entladung der Sammler	87
Ladestromquelle. Ladeapparate. Ladung und Entladung. Unterhaltung. Schaltungen für den Sammlerbetrieb.	
Siebenter Abschnitt. Der Polwechsler	99
Zweck. Konstruktion. Schaltung.	
Achter Abschnitt. Kurbelinduktor und Rufmaschinen	101
I. Der Kurbel- oder Magnetinduktor	102
Konstruktion. Klemmenspannung.	
II. Rufmaschinen	103

Dritter Teil.

Telegraphenapparate.

Altere Telegraphen	105
Neunter Abschnitt. Der Morseapparat	107
Allgemeines. Das Morse-Alphabet. Der Schreibapparat. Das Laufwerk. Das Räderwerk. Der Windfang. Die Federtrommel mit der Triebfeder. Die Papierführung. Der elektromagnetische Teil. Die Schreibvorrichtung. Unterhaltung und Reinigung der Apparate. Erforderliche Werkzeuge. Auseinandernehmen und Verpacken.	
Zehnter Abschnitt. Die Relais	125
Zweck. Das neutrale Relais. Das Siemenssche polarisierte Relais. Das deutsche polarisierte (Hughes-) Relais. Die polarisierten Relais mit drehbaren Kernen und mit Flügelanker. Das Weckerrelais mit Hörnerpolen.	

	Seite
Elfter Abschnitt. Der Klopfer	139
Zwölfter Abschnitt. Die Tasten	140
Zweck. Die Morsetaste. Die Klopfertaste.	
Dreizehnter Abschnitt. Der Hughesapparat	145
Allgemeines. Das Tastenwerk. Die Stiftbüchse. Der Schlitten und die Kontaktvorrichtung. Das Elektromagnetsystem. Der Auslösehebel. Das Laufwerk mit der Aufziehvorrichtung. Die Druckachse. Die Kuppelung. Die Druckvorrichtung. Der Einstellhebel. Die Brems- und Reguliervorrichtung. Die Anhaltevorrichtung. Stromwender und Ausschalter. Einstellung und Betrieb. Reinigen und Auseinandernehmen. Fehler im Hughesbetrieb.	
Vierzehnter Abschnitt. Apparate für Schnellbetrieb, für lange Seekabel und Funkentelegraphie	173
I. Automatische oder Maschinentelegraphen 174	
Allgemeines. Der Wheatstonesche Schnellschreiber.	
II. Telegraphen für lange Seekabel 176	
Allgemeines. Die Doppeltaste. Das Sprechgalvanometer. Der Heberschreiber. Der Undulator.	
III. Der Baudotsche Mehrfach-Drucktelegraph 182	
IV. Telegraphie ohne fortlaufende Drahtleitung 186	
Telegraphie durch Stromausbreitung. Induktionstelegraphie. Die Funkentelegraphie.	
Fünfzehnter Abschnitt. Nebenapparate.	
I. Die Wecker 191	
Der gewöhnliche Wecker. Schaltung auf Selbstunterbrechung und auf Selbstausschluß. Einstellen. Der Schnarrwecker. Der Fernsprechwecker mit Fallscheibe. Die Fallscheibe. Die Wechselstromwecker. Einstellen und Regulieren der Wechselstromwecker.	
II. Die Umschalter 203	
Stöpselumshalter. Kurbelumshalter. Klinkenumschalter für Telegraphenbetrieb. Anrufschränke.	
III. Die künstlichen Widerstände 218	
IV. Induktanzrollen 219	
V. Das Galvanoskop 220	
VI. Die Blitzableiter 223	
Allgemeines. Der Platten-, Stangen-, Spindel-Blitzableiter, der Blitzableiter mit Abschmelzröllchen, der Kohlen-Blitzableiter.	

	Seite
VII. Die Schmelzsicherungen	233
Die Feinsicherung. Die Grobsicherung. Das Sicherungs- kästchen.	
VIII. Die Kondensatoren	235

Vierter Teil.

Telegraphenbetrieb.

Allgemeines	236
Sechzehnter Abschnitt. Die technische Einrichtung des Tele- graphenamtes.	
I. Die Leitungseinführung	237
II. Die Zimmerleitung	238
III. Die Batterie	241
Schränke und Gestelle. Sammlerraum. Zahl der Elemente. Schaltung. Bemessung der Ladebatterie für Sammler. Sicherheitsvorkehrungen. Zahl der Leitungen.	
IV. Der Apparatisch und die zugehörigen Apparate . . .	250
Die Einrichtung der Tische. Die Gruppierung der Apparate. Verbindung der Apparate. Aufstellung der Tische. Be- festigung der Apparate.	
V. Die Erdleitung	253
Siebzehnter Abschnitt. Telegraphenschaltungen.	
I. Schaltungsarten	255
Hinter- und Nebeneinanderschaltung, Wahlschaltung, ge- mischte Schaltung.	
II. Betriebsarten	256
Ruhestrom, Arbeitsstrom, amerikanischer Ruhestrom. An- wendung der verschiedenen Betriebsarten. Stromläufe. An- ordnung der Batterie in der Leitung. Relais. Übertragung. Zeitweiliger Nebenschluß.	
III. Die in der Reichs-Telegraphie gebräuchlichen Tele- graphenschaltungen.	
A. Schaltungen für Morsebetrieb.	
<i>Ruhestrom</i>	266
End-, Zwischen- und Trennstellen. Zwischenstelle mit zweitem Apparatsystem. Wecker. Gemeinschaftlicher Schreibapparat.	
<i>Arbeitsstrom in oberirdischen Leitungen</i>	271
Trennämter. Übertragung. Bemessung der Batterien.	

	Seite
<i>Arbeitsstrom in unterirdischen Leitungen</i>	275
Für kürzere und für längere unterirdische Leitungen. Der Klopferbetrieb.	
<i>Der amerikanische Ruhestrom für Klopferbetrieb</i>	278
B. Schaltungen für Telegraphenbetrieb mit Fernsprecher	278
Neben- und Hintereinanderschaltung. End- und Trennstelle.	
C. Schaltungen für Hughesbetrieb	280
Für Apparate mit mechanischer und mit elektrischer Auslösung. Übertragung.	
D. Schaltung für lange Seekabel	284
IV. Mehrfache Telegraphie.	
Allgemeines	285
A. Gleichzeitige Mehrfachtelegraphie	286
Differentialschaltung. Brückenschaltung. Doppelsprechen. Doppelgegensprechen. Mehrfaches Fernsprechen und gleichzeitiges Telegraphieren und Fernsprechen.	
B. Wechselzeitige Mehrfachtelegraphie	292
C. Gegensprechen mit dem Hughesapparat	293
Achtzehnter Abschnitt. Telegraphen-Betriebsstörungen.	
Allgemeines	297
I. Störungen in den von der Elektrizität durchflossenen Wegen.	
A. Störungen in den Leitungen außerhalb der Ämter.	
<i>Ruhestrombetrieb</i>	299
Erscheinungen bei Unterbrechung, bei unmittelbarer Berührung der Leitung mit der Erde, bei Berührung mit fremden, zur Erde ableitenden Körpern, bei Berührung von Leitungen unter sich.	
<i>Arbeitsstrombetrieb</i>	305
Erscheinungen bei Unterbrechung, bei unmittelbarer Berührung der Leitung mit der Erde, bei Berührung mit fremden, zur Erde ableitenden Körpern, bei Berührung von Leitungen unter sich.	
<i>Fernsprechbetrieb</i>	307
Erscheinungen bei Unterbrechung, bei Erdschluß, bei Berührung mit anderen Leitungen. Fehler im Sprech- oder Hörstromkreise.	
B. Störungen innerhalb der Ämter und deren Beseitigung	308
Untersuchung des Amtes: Zwischenamt, Endamt, Trennstelle in einer Ruhestromleitung, Endamt, Trennamt in einer	

Arbeitsstromleitung. Regelmäßige Beobachtung des Galvanoskops. Die Untersuchung der Erdleitung. Untersuchung eines Endamts mit Induktionsweckbetrieb.

C. Störungen in den Apparaten und deren Beseitigung 321

Gemeinschaftliche Fehler an verschiedenen Apparaten. Fehler im Schreibapparat, im Relais, im Galvanoskop, an der Taste, im Blitzableiter, im Fernsprecher, im polarisierten Wecker, im Magnetinduktor.

D. Störungen im Orts-Linienbezirk und deren Beseitigung 326

Die Untersuchungsstangen. Die Überführungssäulen. Untersuchung an der Untersuchungsstange oder Überführungssäule. Beseitigung der Störungen. Verhalten bei Untersuchung der Leitung durch andere Betriebsstellen.

Fünfter Teil.

Fernsprechapparate.

Allgemeines 337

Neunzehnter Abschnitt. Der Fernsprecher (Telephon) 340

Die Fernsprecher gerader Form, mit seitlicher Schallöffnung, mit Ringmagnet, Kopffernhörer.

Zwanzigster Abschnitt. Das Mikrophon 344

Kohlenwalzen-, Kohlscheiben- und Kohlenkörnermikrophone. Pendel- und Brustmikrophon.

Einundzwanzigster Abschnitt. Nebenapparate und Fernsprechgehäuse.

I. Die Fernsprechübertrager 351

II. Der Hakenumschalter 353

III. Polarisationszellen 355

IV. Zwischenstellenumschalter 356

V. Die Fernsprechrelais 360

VI. Die Fernsprechgehäuse 364

Allgemeines. Fernsprechgehäuse für den Ortsfernsprechbetrieb, für Telegraphenleitungen, Tischgehäuse, Fernsprechautomaten.

Sechster Teil.

Orts-Fernsprecheinrichtungen.

Zweiundzwanzigster Abschnitt. Fernsprechämter	379
Einrichtung der Umschalter. Einfach- und Vielfachumschalter. Dienstleitungsbetrieb. Zentralbatterie. Umschaltegestell. Haupt- und Nebenanschlüsse.	
Dreiundzwanzigster Abschnitt. Einfachumschalter	391
Klappenschränke älterer Art zu 50 Einzelleitungen, Schaltung von Fernleitungen auf solche Schränke. Klappenschrank alter Art, für den Doppelleitungsbetrieb abgeändert (M. 1900). Klappenschränke zu 5, 10 und 20 Doppelleitungen (M. 99). Fernleitungssystem zu kleinen Klappenschränken. Schaltbrett für kleine Fernsprechanstalten. Klappenschränke für 40, für 50 Doppelleitungen (M. 99). Klappenschränke neuer Form zu 5 und 10 Doppelleitungen (M. 1900). Klappenschränke M. 1904 und M. 1905. — Die Fernschränke. Der große und der kleine Fernschrank (M. 1900). Fernschrank M. 1905. Fernschrank für Zentralbatteriebetrieb. Die Klinkenumschalter für Fernleitungen. Klinkenumschalter M. 1904.	
Vierundzwanzigster Abschnitt. Vielfachumschalter	438
Vielfachumschalter M. 1902. Vielfachumschalter in Tischform für Teilnehmerstellen mit eigener Stromquelle. Vielfachumschalter mit Springzeichen. Der Vielfachumschalter in Tischform mit Anruflampen und Zentralmikrophonbatterie. Vielfachumschalter für Zentralbatteriebetrieb von Siemens und Halske und von Zwietusch.	
Fünfundzwanzigster Abschnitt. Mehrfaches Fernsprechen . . .	471
Schaltung zu mehrfacher Benutzung der Fernsprechleitungen.	
Sechszwanzigster Abschnitt. Störungen im Fernsprechbetriebe.	
I. Störungen im Orts-Fernsprechbetriebe	473
Allgemeines. Sitz der Störung. Störungen auf der Leitung. Störungen innerhalb der Sprechstellen. Untersuchung einer Endstelle. Störungen in der Vermittelungsanstalt.	
II. Störungen auf den Fernsprech-Verbindungsanlagen . .	478
Allgemeines. Die vollständige Unterbrechung. Nebenschließungen. Die Verschlingung.	
Alphabetisches Namen- und Sachregister	481

Berichtigungen.

Seite 160, Fig. 129. Die Unterschrift soll lauten:
Korrektionsrad mit Figurenwechsel.

Erster Teil.

Das Wichtigste aus der Lehre vom Magnetismus, von der Elektrizität und vom Schalle.

Erster Abschnitt.

M a g n e t i s m u s.

Natürliche Magnete. Gewisse Körper besitzen die Eigenschaft, Eisenstücke anzuziehen und festzuhalten. Schon im Altertum kannte man diese Eigenschaft an einem bei Magnesia in Kleinasien vorkommenden Gestein; man nannte sie daher die magnetische Eigenschaft, die magnetischen Stücke Magnete.

Dieses Gestein war ein auch an anderen Orten vorkommendes Eisenerz, Fe_3O_4 . Auch andere Eisenerze weisen die magnetische Eigenschaft auf.

Künstliche Magnete. Die natürlichen Magnete sind zu technischer Verwendung nicht geeignet, weil sie nicht häufig genug vorkommen, nicht stark genug sind und nicht in beliebige Form gebracht werden können. Stahl und Eisen kann man stark magnetisch machen, entweder durch „Streichen“, d. i. vielseitige innige Berührung mit einem Magnete, oder durch den elektrischen Strom, den man um den zu magnetisierenden Stab herumleitet. Man erhält dadurch künstliche Magnete, deren Form und Stärke dem Zweck angepaßt werden können.

Hinsichtlich der Form unterscheidet man Stabmagnete, Hufeisen-, Scheiben-, Ring-, Topfmagnete u. a.

Verteilung des Magnetismus. An jedem Magnet sind zwei Orte von hervorragend starker Wirkung nach außen; diese nennt man Pole, ihre Verbindungslinie die magnetische Achse. Die

Pole haben ziemlich geringe Ausdehnung und liegen bei stab- und hufeisenförmigen Magneten in der Regel nahe den Enden. Den mittleren Teil des Magnetes, der nach außen nur schwache Wirkung zeigt, nennt man Indifferenzzone.

Permanenter, temporärer und remanenter Magnetismus.

Wenn der von einer äußeren Ursache (Streichen, elektrischer Strom) erzeugte Magnetismus auch nach dem Verschwinden der Ursache unvermindert oder nahezu unvermindert fortbesteht, so heißt er permanent oder dauernd. Solchen Dauermagnetismus beobachtet man bei hartem Stahl, besonders wenn man letzteren künstlich gehärtet hat (Wolframstahl).

Wenn dagegen der Magnetismus ganz oder zum größten Teil mit der äußeren Ursache verschwindet, nennt man ihn temporär oder zeitweilig. Solchen zeitweiligen Magnetismus zeigt das Eisen, und zwar am vollkommensten das Schmiedeeisen, besonders das schwedische Eisen.

Im Eisen verschwindet aber meist nicht der ganze Magnetismus; es bleibt vielmehr ein Teil davon zurück, den man daher remanent oder zurückbleibenden Magnetismus nennt.

Magnetische Stoffe. Wie Eisen und Stahl werden auch andere Körper vom Magnet angezogen, nur viel schwächer. Es sind außer einigen chemischen Verbindungen des Eisens noch Nickel und Kobalt, zwei dem Eisen chemisch nahestehende Metalle, in noch weit schwächerem Maße aber eine große Zahl verschiedener Körper. Einige andere Stoffe werden dagegen vom Magnete nicht angezogen, sondern abgestoßen, wenn auch nur schwach, z. B. das Wismut. Man nennt die letzteren Stoffe diamagnetisch, die ersteren paramagnetisch, auch ferromagnetisch oder schlechtweg magnetisch.

Äußerung der magnetischen Kraft. Von dem Magnete geht magnetische Kraft aus; man nimmt sie daran wahr, daß Eisen vom Magnete angezogen wird. Ein Stück Eisen wird vom Magnet festgehalten mit einer Tragkraft, welche bei einem Magnet aus gutem Stahl von M kg und bei guter Magnetisierung an jedem Pol etwa $10 \cdot \sqrt[3]{M^2}$ kg beträgt.

Hängt man einen Stabmagnet frei und leicht drehbar, z. B. auf einer Spitze oder an einem Faden auf, so nimmt er eine Richtung an, die nahezu von Süden nach Norden verläuft; den nach Norden

weisenden Pol nennt man den Nordpol des Magnetes. An einer solchen Magnetnadel beobachtet man die Anziehungen und Abstoßungen, welche ein anderer Magnet bei der Annäherung ausübt; sie lassen sich zusammenfassen durch den Satz: Gleichnamige Pole stoßen einander ab, ungleichnamige ziehen einander an.

Die Kraft, mit der zwei Pole auf einander wirken, steht im geraden Verhältnis zu ihrer Stärke und im umgekehrten Verhältnis zum Quadrate ihrer Entfernung. Dieses Gesetz hat keine Bedeutung für die technisch verwendeten Magnete, welche Kraft auf einen nahen Anker äußern sollen; denn man kann die Lage der auf einander wirkenden Pole nicht genau genug angeben.

Innerer Bau der Magnete. Ein magnetisierter Stahldraht, z. B. eine Stricknadel, hat an einem Ende einen Nordpol, am anderen einen Südpol, was man mit einem kleinen Kompaß nach-

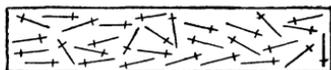


Fig. 1.



Fig. 2.

weisen kann. Zerbricht man sie in zwei, vier, schließlich in viele Stücke, so zeigt jedes der letzteren wieder Nord- und Südpol, und zwar liegt bei jedem Stückchen der Nordpol nach derselben Seite, nach der auch der Nordpol der ganzen Nadel lag. Denkt man sich das Zerbrechen fortgesetzt, so kommt man schließlich dazu, den Magnet in seine kleinsten Teile zu zerlegen. Diese sind dann auch noch Magnete, Molekularmagnete, jeder mit Nord- und Südpol. Im unmagnetischen Zustand liegen diese kleinsten Magnete wirt durcheinander (Fig. 1); es sind also an jeder Stelle gleichviel Nord- und Südpole vorhanden, die sich in ihrer Wirkung aufheben.

Das Magnetisieren besteht darin, daß die Molekularmagnete gerichtet (gedreht) werden; dann bleibt gegen das eine Ende hin der Nordmagnetismus, gegen das andere Ende hin der Südmagnetismus vorherrschend, sodaß die Pole entstehen (Fig. 2).

Koerzitivkraft. Der von außen wirkenden magnetisierenden Kraft stellt sich eine innere Gegenkraft entgegen. Die Molekularmagnete drehen sich nicht ohne Widerstand, der im harten Stahl sehr groß, im weichen Eisen gering ist. Das hat zur Folge, daß

man zwar größere Arbeit aufwenden muß, um die Moleküle eines harten Stahlstabs zu drehen, größer, als wenn es sich um einen weichen Eisenstab handelt; daß dafür aber auch in jenem die einmal gedrehten Moleküle ihre neue Stellung im wesentlichen beibehalten, während sie im weichen Eisen nach Aufhören der äußeren Kraft leicht zurückkehren. Harter Stahl wird permanent, weiches Eisen temporär, zeitweilig magnetisch; s. oben Seite 2.

Magnetisches Feld. Kraftlinien. Die magnetische Kraft, die von einem Magnet ausgeht, erfüllt den Raum, der den Magnet umgibt. Diesen Raum nennt man das magnetische Feld, es reicht so weit, als Kraftwirkungen nachweisbar sind.

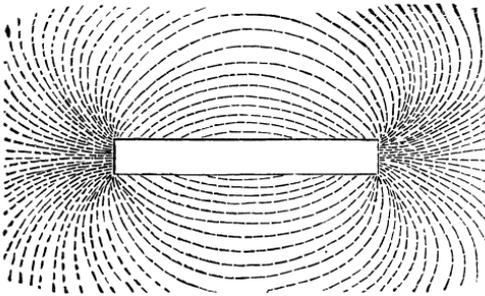


Fig. 3.

Um ein magnetisches Feld darzustellen, hat man für jeden Punkt des Feldes Richtung und Stärke der Kraft anzugeben. Das geschieht in der Weise, wie sie Fig. 3 zeigt. Die gezeichneten Kraftlinien geben die Richtung an, in der sich eine kleine

Magnetnadel (z. B. Taschenkompaß) einstellt. Wo die Kraft groß ist, stehen die Kraftlinien dicht; an schwachen Stellen des Feldes sieht man auch nur wenig Kraftlinien.

Die Kraftlinien der Fig. 3 sind berechnet; man kann aber die Linien eines Feldes auch durch Versuche bestimmen. Dies geschieht am bequemsten, indem man auf den Magnet ein Blatt Papier oder eine Glasscheibe legt und Eisenfeilspäne darauf streut, Fig. 4 zeigt das Ergebnis.

Man sieht, dass die Kraftlinien außen von Pol zu Pol gehen; sie schließen sich durch den Magnet. Die magnetischen Kraftlinien sind geschlossene Kurven.

Das wirklich Vorhandene ist die magnetische Kraft und ihr Feld. Die Kraftlinien sind nur das Mittel zu ihrer Beschreibung.

Eisen im magnetischen Feld. In Fig. 5 sieht man links ein magnetisches Feld, dessen Kraftlinien alle parallel sind und gleichweit von einander abstehen; dies bedeutet, daß die Kraft überall die gleiche Richtung hat und gleich stark ist. Dieses gleich-

mäßige Feld ist rechts durch einen Ring aus Eisen gestört worden. Man sieht, wie die Kraftlinien das Eisen aufsuchen. Fig. 6 gibt die Aufnahme einer solchen Anordnung mit Eisenfeile.

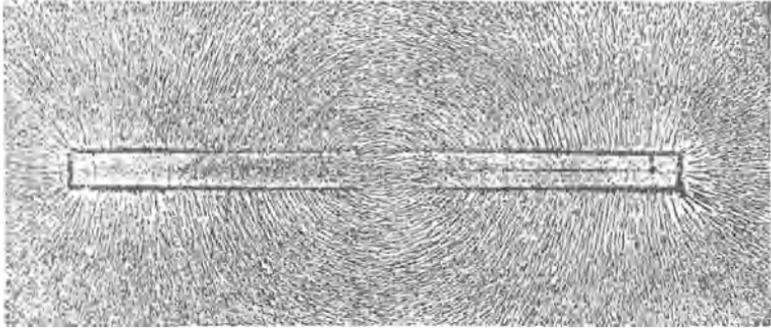


Fig. 4.

An dem Ring erkennt man nun zweierlei. Erstens treten Kraftlinien in größerer Zahl an zwei gegenüberliegenden Seiten aus; der Ring hat hierdurch magnetische Pole bekommen, er ist ein Magnet. Zweitens ist das Feld im Innern des Ringes sehr

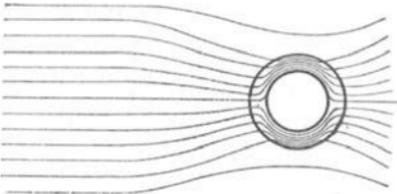


Fig. 5.

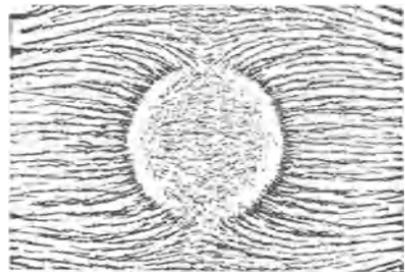


Fig. 6.

schwach; der eiserne Ring schirmt den inneren Raum gegen den äußeren Magnetismus.

Bringen wir nach Fig. 7 in die Nähe eines kräftigen Magnetes ein Stück Eisen, so spielt sich hier der Vorgang ähnlich ab. Das Eisenstück nimmt die Kraftlinien des Magnetes auf und erhält hierdurch Pole. Diese Art der Magnetisierung nennt man magnetische Vertheilung oder Influenz. Hierdurch erklärt sich die Anziehung des Eisens durch den Magnet; denn jeder Magnetpol

erzeugt in dem genäherten Stück an der zugewandten Seite einen ungleichnamigen, an der abgewandten einen gleichnamigen Pol. Die Anziehung der ungleichnamigen Pole überwiegt. Fig. 8 zeigt die Anziehung, die ein Hufeisenmagnet auf seinen Anker ausübt. Der Anker hat einen kleinen Abstand von den Polen und ist in der Figur nur als weiße Stelle zu erkennen. Man sieht aber die zahlreich und dicht zu ihm übertretenden Kraftlinien. Statt

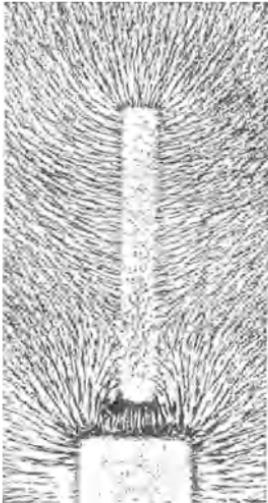


Fig. 7.

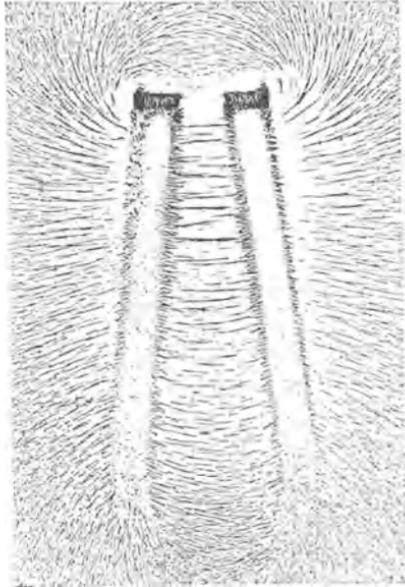


Fig. 8.

die Anziehung den Polen zuzuschreiben, ist es häufig bequemer, die Tatsache der Anziehung dadurch auszudrücken, daß man sagt, die Kraftlinien haben das Bestreben, sich zu verkürzen.

Erdmagnetismus. Aus der Tatsache, daß eine frei aufgehängte Magnetnadel sich nahezu nordsüdlich einstellt, schließen wir, daß die Erde selbst sich wie ein großer Magnet verhält, dessen Pole nahe bei den geographischen Polen liegen. Der magnetische Nordpol, der nahe beim geographischen Nordpol liegt, ist aber eigentlich ein Südpol; denn er zieht die Nordpole der Magnetnadeln an. Die Richtung, in der sich die Kompaßnadel einstellt,

heißt magnetischer Meridian, der Winkel zwischen dem magnetischen und dem geographischen Meridian heißt Deklination. Letztere ist bei uns westlich und beträgt etwa 13° . Eine nach jeder Richtung frei aufgehängte Magnetnadel stellt sich bei uns mit ihrem Nordpol um etwa 66° nach unten ein; diesen Winkel nennt man Inklination.

Mit dem Erdmagnetismus stehen im engsten Zusammenhang die Erdströme, die gelegentlich so stark werden, daß sie den Telegraphenbetrieb stören.

Zweiter Abschnitt.

Elektrostatik.

Die Lehre von der ruhenden Elektrizität.

Die elektrische Eigenschaft. Gewisse Körper erlangen durch Reiben die Eigenschaft, andere leichte Körper, z. B. Papierschnitzel, Hollundermarkstückchen, anzuziehen und nach der Berührung wieder abzustößen. Diese Eigenschaft kannten schon die alten Griechen an dem Bernstein, den sie Elektron nannten; daher wurde sie die elektrische Eigenschaft genannt. Kautschuk mit Wolle gerieben, Glas mit Seide gerieben u. a. m. zeigen den elektrischen Zustand.

Um einen Versuch damit zu machen, hängt man schmale Streifen Seidenpapier an langen, sehr dünnen Seidenfäden auf; sie werden von der geriebenen Glasröhre oder Kautschukfederhalter zuerst angezogen und nach der Berührung abgestoßen.

Man beobachtet dabei aber, daß das Seidenpapier-Streifen, das mit der geriebenen Glasstange berührt worden war und nun von ihr abgestossen wird, von dem geriebenen Kautschuk stark angezogen wird, und umgekehrt. Daraus ist zu schließen, daß es zweierlei elektrische Zustände gibt. Man nennt sie positiv und negativ, und zwar heißt die Elektrizität der mit Seide geriebenen Glasstange positiv.

Elektrisieren durch Mitteilung. Berührt man mit der geriebenen Glasstange zwei aufgehängte Papierstreifen und nähert diese einander, so stoßen sie einander ab. Sie sind also durch die Berührung mit der Glasstange elektrisch geworden. Der elektrische Zustand läßt sich durch Berühren mitteilen.

Leiter und Nichtleiter. Hängt man die Papierstreifen nicht an Seide, sondern an Leinenfäden oder schmalen Stanniolstreifen auf, so werden sie zwar auch noch angezogen, aber nicht mehr nach der Berührung abgestoßen; auch gelingt es nicht, zwei derart aufgehängte Streifen dauernd elektrisch zu machen, so daß sie einander anziehen oder abstoßen. Es ist, als wäre die Elektrizität über den Leinen- oder Metallfaden weggeflossen. Über den Seidenfaden aber kann die Elektrizität nicht wegfließen.

Wir unterscheiden die Körper in solche, welche der Elektrizität das Fließen leicht gestatten, Leiter, und solche, welche das Fließen nahezu verhindern, Nichtleiter oder Isolatoren. Man findet aber keinen Körper, der dem Fließen der Elektrizität gar keinen Widerstand entgegensetzte, und keinen Körper, der im stande wäre, das Fließen vollständig zu verhindern. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die elektrischen Leitwiderstände verschiedener Stoffe.

Die beigeetzten Vergleichszahlen beziehen sich auf den Widerstand des Quecksilbers als Einheit.

Tafel der elektrischen Leiter.

I. Gute Leiter.

1. Metalle und Legierungen.
2. Kohle.
3. Wässrige Lösungen von Salzen, Säuren und Basen, z. B. verdünnte Schwefelsäure für Sammler, Zinkvitriollösung und Kupfervitriollösung für Elemente.
4. Wasser in natürlichem Vorkommen, Regen, Schnee; lebende Pflanzen und Tiere, die in ihrem Körper viel wässrige Lösungen enthalten.

II. Halbleiter.

Lösliche Salze in festem Zustande.
 Leinen, Baumwolle, trocken.
 Alkohol, Äther.
 Steine, Holz, Papier, Stroh.
 Eis bei 0°.
 Trockene Metalloxyde.
 Fette, Öle.

Vergleichszahlen
 des Widerstandes.

$\frac{1}{60}$ bis 1.

100 bis 1000.

Von etwa 10000
 an aufwärts.

Von etwa
 100000 an aufwärts.

III. Isolationsstoffe.

Glas, Quarz, Glimmer, Schwefel, Ebonit, Paraffin,
 Kolophonium, nicht vulkanisierter Kautschuk.
 Gute Guttaperchasorten, vulkanisierter Kautschuk.

Vergleichszahlen
 des Widerstandes.
 10 bis 60
 Trillionen.
 100 bis 250
 Trillionen.

Der beste Isolator, wenigstens gegen mäßige elektrische Spannungen, ist die Luft, und zwar trockene sowohl wie auch feuchte Luft. In feuchter Luft überziehen sich aber die Körper leicht mit einer Flüssigkeitshaut, welche dann als wässrige Lösung leitet. Daher ist es schwer, in feuchter Luft gute Isolation zu erzielen.

Elektrische Verteilung oder Influenz. In Fig. 9 mögen A und B zwei Leiter sein, die an isolierenden Stangen befestigt sind. A erhält eine positive Ladung durch Berührung mit der geriebenen Glasstange.

Zur Erkennung des elektrischen Zustandes benutzt man ein kleines Doppelpendel aus Papier- oder Stanniolstreifchen, die nach Fig. 9 an den Leiter B angehängt werden. Die beiden Streifchen eines Doppelpendels laden sich gleichartig und zeigen daher eine elektrische Ladung durch Ausspreizen an. Die Art der Ladung erkennt man daran, ob die Streifchen von der geriebenen Kautschuk- oder Glasstange abgestoßen werden; die Anziehung ist kein sicheres Kennzeichen.

A und B seien zu Anfang weit von einander entfernt. Wir elektrisieren nun A und nähern es dem Leiter B; dessen Doppelpendel spreizt aus und zeigt hierdurch eine Ladung an. B wird also durch die bloße Annäherung elektrisiert, und zwar zeigt das Doppelpendel positive Ladung.

Durch Berühren mit dem Finger leiten wir die Ladung von B zur Erde ab. Jetzt scheint B unelektrisch zu sein. Allein nach Entfernung von A zeigt B abermals eine Ladung, diesmal eine negative.

Die Erklärung des Vorganges ergibt sich folgendermaßen: Der unelektrische Körper B enthält beide Elektrizitäten in gleich großen Mengen, sodaß sie sich aufheben. Bei Annäherung des

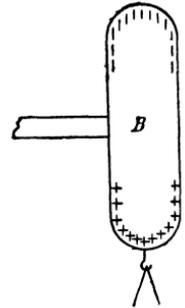
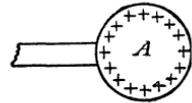


Fig. 9.

positiv geladenen Körpers A wird die negative Elektrizität von B in das A am nächsten liegende Ende gezogen, gleichviel positive Elektrizität in das abgewandte Ende, also auch in das Doppelpendel, gestoßen. Die erstere wird von der positiven Ladung von A festgehalten, gebunden, und ist nach außen nicht zu bemerken. Die letztere zeigt sich als freie Ladung, welche zur Erde fließen kann. Ist dies geschehen und entfernt man A wieder, so wird die vorher gebundene negative Elektrizität frei und B zeigt sich negativ geladen.

Den Vorgang nennt man Verteilung, Influenz oder auch elektrische Induktion.

Diëlektricum. Die elektrische Verteilungswirkung geht durch die Luft und andere Nichtleiter hindurch; daher werden diese diëlektrische Körper Diëlektrica genannt, zusammengesetzt aus elektrisch und dia, hindurch. Die Wirkung wird sogar durch das Vorhandensein der Diëlektrica erhöht; setzt man die verteilende Wirkung in Luft = 1, so ist sie in Petroleum, Paraffin und den meisten Ölen, in Ebonit, Kautschuk, Schellack etwa 2 bis 3, in Porzellan, Glimmer, Guttapercha etwa 4, in Glas nach der Sorte verschieden etwa von 3 bis 7. Diese Zahlen nennt man Diëlektrizitätskonstanten der Körper.

Durch geerdete Leiter geht die Verteilungswirkung nicht hindurch.

Potential, Spannung. Wir können den Vorgang der Elektrisierung so betrachten, als wenn wir die positive und negative Elektrizität, die sich in einem Körper das Gleichgewicht halten, auseinanderziehen. Sie haben das Bestreben, sich wieder zu vereinigen. Ähnlich verhält sich z. B. eine Spiralfeder, die wir spannen, und deren Enden nun einander zustreben. So stehen auch die geschiedenen Elektrizitätsmengen unter einer elektrischen Spannung.

Wir haben die Elektrizität als eine Flüssigkeit angesehen. Senken wir einen Eimer ins Meer und heben ihn voll Wasser heraus, so hat das emporgehobene Wasser das Bestreben, sich mit dem zurückgebliebenen zu vereinen, z. B. wenn man den Eimer umkehrt oder seinen Boden öffnet. Die Arbeit, die geleistet werden muß, um den Eimer zu heben, steht im geraden Verhältnis zur Menge des Wassers und zur Höhe, um die es gehoben worden ist. Diese Arbeit kann wiedergewonnen werden, z. B. beim Betrieb

eines Wasserrades. So steht auch die Arbeit, die eine gewisse Elektrizitätsmenge darstellt und zu leisten vermag, im geraden Verhältnis einmal zu der Menge selbst, dann aber auch im geraden Verhältnis zu der elektrischen Höhe, um welche die Menge gehoben worden ist. Diesen elektrischen Höhenunterschied nennt man elektrische Spannung. Rechnet man die elektrischen Höhen vom Erdinnern aus, setzt also hier die elektrische Höhe oder das Potential gleich Null, so schreibt man den elektrischen Ladungen stets bestimmte andere Potentiale zu. Das ist ähnlich, wie man das Meeresniveau als Niveau Null bezeichnet, Bergesspitzen als positive Höhen, Einsenkungen unter das Meeresniveau, Schachte u. dgl. als negative Höhen rechnet.

Ähnlich sind auch die Bezeichnungen auf dem Gebiete der Wärme; dem elektrischen Potential entspricht hier die Temperatur, für welche wir einen Nullpunkt festgesetzt haben, von dem aus wir mit positiven und negativen Graden rechnen.

Das Wasser fließt vom höheren zum tieferen Niveau, die Wärme von der höheren zu der tieferen Temperatur, die Elektrizität vom höheren zum tieferen Potential; oder

Das Wasser fließt von oben nach unten, die Wärme von heiß zu kalt, die Elektrizität vom Positiven zum Negativen.

Das Fließen des Wassers, der Wärme, der Elektrizität dauert an, so lange ein Unterschied des Niveaus, der Temperatur, des Potentials vorhanden ist.

Ladungskapazität. Die beiden Körper A und B der Fig. 9 werden in einiger Entfernung von einander aufgestellt. A wird geladen. Nunmehr verbinden wir beide durch einen dünnen Metalldraht; dann nehmen nach dem Vorigen beide Kugeln das gleiche Potential an. Sie enthalten aber ungleiche Elektrizitätsmengen, und zwar enthält die größere mit ihrer größeren Oberfläche mehr als die kleinere. Diese Eigenschaft eines Körpers, eine durch die Größe und Gestalt seiner Oberfläche bestimmte Elektrizitätsmenge aufzunehmen, heißt seine Ladungskapazität oder schlechtweg Kapazität, d. i. Fassungsvermögen.

Erhöhen wir nun das Potential der Kugeln — z. B. durch Berühren mit der kräftiger als vorher geriebenen Glasstange — so wird ihre Elektrizitätsmenge in demselben Verhältnis größer, d. h.:

Die Elektrizitätsmenge, welche ein Körper aufnimmt,

steht im geraden Verhältnis zu seiner Kapazität und zu dem ladenden Potential.

Ansammlungsapparate, Kondensatoren. Wir stellen eine leitende Fläche F_1 (Fig. 10) isoliert auf und laden sie durch Berühren mit der geriebenen Glasstange positiv. Wir nähern ihr nun eine zweite leitende Fläche F_2 ; diese wird influenziert, auf der einen Seite negativ, auf der anderen positiv geladen. Leitet man die Rückseite von F_2 ab, so fließt deren positive Ladung zur Erde, und die beiden Flächen F_1, F_2 (Fig. 11) scheinen jetzt zusammen unelektrisch zu sein, was man am Zusammenfallen der Doppelpendel erkennt; ihre Ladungen halten sich gegenseitig fest, und da sie gleich groß und entgegengesetzt sind, so heben sie sich in ihren Wirkungen nach außen (nahezu) auf. Der aus den beiden

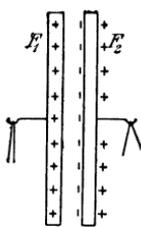


Fig. 10.

Flächen F_1 und F_2 zusammengesetzte Körper ist nunmehr nahezu unelektrisch, d. h. sein Potential ist sehr gering; die zu Anfang in F_1 geladene Elektrizitätsmenge ist aber dieselbe geblieben. Daher folgt aus dem vorigen Satze, daß die Kapazität von F_1 durch die Annäherung der geerdeten Fläche F_2 erheblich gesteigert worden ist, d. h. daß die Fläche F_1 , wenn ihr die geerdete

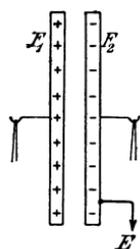


Fig. 11.

Fläche F_2 gegenübersteht, bei gleichbleibendem Potential vielmal mehr Elektrizität aufnehmen kann als für sich allein.

Eine solche Vereinigung zweier leitender Flächen (Belegungen), von denen die eine gewöhnlich zur Erde abgeleitet wird, heißt Kondensator. Die Kondensatoren haben häufig die Form von Flaschen oder Gläsern, deren innere und äußere Flächen z. B. durch Bekleben mit Stanniol leitend gemacht werden; man nennt daher die Kondensatoren häufig auch Flaschen, Kleistsche oder Leydener Flaschen.

Verändert man den Abstand der beiden Flächen F_1 und F_2 , so ändert sich auch die Kapazität. Ist F_2 sehr weit entfernt, so ist die Kapazität sehr klein, und sie wächst im selben Verhältnis, in dem der Abstand vermindert wird. Vergrößert man die Flächen, so nimmt die Kapazität im gleichen Verhältnis zu.

Schiebt man zwischen die beiden Flächen F_1 und F_2 ein flüssiges oder festes Dielektricum, welches den Zwischenraum möglichst voll-

kommen ausfüllt, so wird die verteilende Wirkung und demnach auch die Kapazität im Verhältnis der Dielektrizitätskonstante größer.

Die Kapazität eines Plattenkondensators steht im geraden Verhältnis zu der Größe der einander gegenüberstehenden Flächen, im umgekehrten Verhältnis zu deren Entfernung und im geraden Verhältniß zur Dielektrizitätskonstante des isolierenden Mittels.

Elektrische Leitungen als Kondensatoren. Wir können die Oberfläche einer elektrischen Leitung stets als die eine Belegung des Kondensators, die Fläche F_1 ansehen. Die zweite Belegung, die Fläche F_2 , wird alsdann entweder von der Erde, den Häusern, Bäumen u. s. w. oder von der zugehörigen Rückleitung gebildet. Oberirdische Einzelleitungen haben einen großen Abstand von der Erde, also ist ihre Kapazität klein. Bei oberirdischen Doppelleitungen haben die beiden Drähte einander gegenseitig zu zweiten Belegungen; die Erde als Belegung spielt aber auch mit. Die Kapazität ist infolge des geringeren Abstandes größer, als bei der Einzelleitung. Kabel besitzen die größte Kapazität; der Abstand von der Erde (Bewehrungsdrähte) oder von dem zweiten Draht der Doppelleitung ist klein, und der Zwischenraum wird von einem Dielektricum ausgefüllt, dessen Dielektrizitätskonstante höher als die der Luft ist.

Die praktische Maßeinheit für die Kapazität heißt Mikrofarad. Eine oberirdische Einzelleitung hat etwa 0,0065 bis 0,01 Mikrofarad für 1 km. Eine Doppelleitung aus 3 mm starkem Draht mit 20 cm Abstand der Drähte hat etwa 0,0115 Mikrofarad für 1 km. Eine Porzellan-Doppelglocke trocken 0,0001, naß etwa 0,0004. Die Kabel zu Fernsprechzwecken kann man mit Kapazitäten von etwa 0,03 Mikrofarad für 1 km herstellen; die Telegraphenkabel mit Guttaperchaisolation besitzen bis zu 0,25 Mikrofarad für 1 km.

Eine Wirkung der Kapazität in Telegraphenleitungen. Der wechselnde Stromvorgang auf den Telegraphen- und Fernsprechleitungen erzeugt auf ihnen wechselnde Ladungen. Jede Ladung auf einer Leitung influenziert auf den benachbarten Leitungen und anderen leitenden Körpern entgegengesetzte Ladungen, und mit jenen müssen auch diese sich ändern. Änderungen der Ladung bedingen aber, daß die Elektrizität hin- und herfließt. Auf den Nachbarleitungen fließen also wechselnde Ströme, welche auf ihnen influenziert oder elektrisch induziert werden.

Um eine Leitung gegen diese Influenz zu schützen, muß man sie schirmen durch einen Körper, der die elektrische Wirkung nicht durchläßt, der also kein Dielektricum, sondern ein guter Leiter, ein Metall ist; diesen Metallschirm, der bei Fernsprechkabeln für Einzelleitungen aus einer dünnen Stanniolbewicklung besteht, verbindet man mit Erde, um die auf ihm selbst influenzierten Ladungen stets zur Erde abzuleiten.

Atmosphärische Elektrizität. Die freie Atmosphäre enthält stets elektrische Ladungen; die Ursache davon ist noch nicht genügend erforscht. Die Spannung zwischen Punkten, die 1 m senkrecht über einander liegen (Potentialgefälle), beträgt bei heiterem Himmel in der Nähe der Erdoberfläche etwa 100 Volt; der Himmel erscheint gegen die Erde positiv. Vor Gewittern steigt das Potentialgefälle oft auf mehrere hundert, selbst tausende Volt. Die elektrische Menge ist aber verhältnismäßig gering. Die Ladungen werden mit der bewegten Luft oder den Wolken fortgeführt. Sie influenzieren an der Erdoberfläche, besonders auf guten Leitern entgegengesetzte Ladungen. Hat die Spannung der auf einer Wolke angesammelten gegen die auf der Erde oder einer anderen Wolke influenzierten Elektrizität eine gewisse Höhe erreicht, so wird die trennende Luftschicht durchbrochen, und es entsteht ein Blitz, in dem sich die beiden Elektrizitäten ausgleichen. Eine geladene Wolke influenziert auf den Telegraphen- und Fernsprekleitungen Ladungen; da die Wolke sich langsam nähert, ist für den Vorgang der Influenz genügend Zeit. Verschwindet die Ladung der Wolke plötzlich, indem sie sich in einem Blitz entlädt, so werden die auf den Leitungen angesammelten Ladungen plötzlich frei und strömen nun der Erde zu (Rückschlag).

Blitzableiter. Der aus der Wolke zur Erde niederfahrende Blitz ist im stande, Körper an der Erdoberfläche erheblich zu beschädigen. Wenn er ein Haus oder einen Baum trifft, so zerreißt oder zertrümmert er Teile davon; auch ist er im stande, leicht brennbare Stoffe zu entzünden. Menschen und Tiere werden gelähmt, verbrannt und oft getötet. Um ein Gebäude gegen den Blitz zu schützen, bringt man daran einen metallenen Leiter an, der die höchsten Punkte des Gebäudes überspannt, mit den größeren Metallteilen im Innern des Gebäudes (Wasser- und Gasleitung, Heizung, eiserne Treppen u. dgl.) in leitender Verbindung steht und sich im benachbarten Erdreich ausbreitet. Metallene Teile

des Daches, Dachrinnen und Regenröhren werden zweckmäßig als Teile dieses Blitzableiters verwendet.

Der aus einer Leitung herrührende Rückschlag findet bei seinem plötzlichen Auftreten einen fast unüberwindlichen Widerstand an der Selbstinduktion der angeschalteten Telegraphenapparate (vgl. Seite 54). Er würde vor den Apparaten abspringen und sich einen anderen Weg zur Erde suchen, wobei er leicht Personen oder Gegenstände beschädigen könnte. Daher bringt man vor dem Apparate einen Leitungs-Blitzableiter an, welcher aus zwei Platten, Spitzen, Schneiden oder dgl. besteht. Die eine Platte ist mit der Leitung in Verbindung, die andere, die ihr in geringem Abstand (etwa 0,1 bis 0,3 mm) gegenübersteht, ist mit der Erde verbunden (geerdet). Der Rückschlag aus der Leitung, welcher erhebliche Spannung hat, vermag den engen Luftspalt zu durchschlagen und findet hier einen guten Weg zur Erde. Beschreibungen von Blitzableitern siehe im dritten Teil.

Dritter Abschnitt.

Elektrodynamik.

Die Lehre von der strömenden Elektrizität.

I. Der gleichmäßige elektrische Strom.

Der elektrische Strom. Verbindet man zwei Punkte von verschiedenem Potential durch einen Leiter, so fließt durch letzteren die Elektrizität von dem Punkte höheren zu dem Punkte tieferen Potentials. Den Vorgang, der sich in dem Verbindungsleiter und in seiner Umgebung abspielt, nennt man den elektrischen Strom.

Einen elektrischen Strom bekommt man allerdings schon, wenn man einen mit der geriebenen Glasstange geladenen Körper zur Erde ableitet. Solche Ströme sind aber sehr schwach und von kurzer Dauer. Wir setzen bei den folgenden Betrachtungen ergiebigere Elektrizitätsquellen, Batterien oder Dynamomaschinen voraus, welche beliebig starke und dauernde Ströme liefern.

Welche Vorstellung man sich auch vom Wesen der Elektrizität bilden mag, der elektrische Strom ist stets verbunden mit einem Fließen von Energie oder Arbeit längs der elektrischen Leitung. Dies ist am bequemsten einzusehen, wenn man sich den Vorgang bei der Verteilung der Elektrizität in Städten vergegenwärtigt.

Die Kohlen, welche unter dem Dampfkessel verbrannt werden, geben die in ihnen aufgespeicherte Arbeit als Wärme an das Wasser und den Dampf ab und treiben durch letzteren die Dampfmaschinen. Letztere drehen die Dynamomaschinen, welche den Strom erzeugen; die Arbeit wird also durch Riemen oder andere Kuppelungen an die stromliefernden Maschinen übertragen. Der Strom wird den Lampen und den Elektromotoren zugeführt. Die aus den Kohlen erzeugte Arbeit fließt also in Form heißen und stark gespannten Dampfes durch die Dampfleitung und in Form elektrischen Stromes durch die elektrische Leitung.

Es ist nun für viele Betrachtungen bequem, die Elektrizität wie eine Flüssigkeit anzusehen, sie etwa mit dem Wasser zu vergleichen. Wie man die Menge des Wassers nach Litern mißt, so hat man für die Menge der Elektrizität das Coulomb. Mißt man einen Wasserstrom, so bestimmt man die Anzahl der Liter, welche während einer Sekunde an einer bestimmten Stelle der Leitung vorüberfließen; so wäre z. B. eine einfach gewählte Einheit diejenige Wasserstromstärke, bei der in 1 Sekunde 1 Liter vorüberfließt. So bestimmt man auch die Einheit des elektrischen Stromes: 1 Coulomb in 1 Sekunde; diese Einheit nennt man Ampere.

Elektrische Spannung, Arbeit und Leistung. Wir haben die Spannung kennen gelernt als das Streben der entgegengesetzten Elektrizitäten, sich zu vereinigen (Seite 10). Wir haben die Spannung verglichen mit dem Höhenunterschied, wenn es sich um wägbare Massen, z. B. Wasser, handelt. Steht uns z. B. ein Wasservorrat von 50 000 Liter zur Verfügung, und können wir ihn durch ein Gefälle von 10 m ausnutzen, so ist das als ein Arbeitsvorrat anzusehen. Ins Elektrische übersetzt sprechen wir von einer Elektrizitätsmenge (entsprechend Wassermenge), die wir nach Coulomb messen, und der Spannung (Gefälle, Höhenunterschied), deren Einheit Volt genannt wird.

Wird nun die Arbeit wirklich verrichtet, so ist dazu eine gewisse Zeit erforderlich. Lassen wir in jeder Sekunde 100 Liter Wasser strömen, so brauchen die 50 000 l 500 Sekunden; fließen in der Sekunde nur 20 l, so braucht die ganze Menge 2500 Sekunden. Im ersten Falle ist die Stromstärke 100 l in der Sekunde, im zweiten Falle 20 l in der Sekunde. Da dieser Strom durch 10 m Gefälle fließt, so ist die Leistung (= Menge i. d. Sekunde \times Gefälle) 1000 m \times l/sek. bez. 200 m \times l/sek.

Da nun die Leistung 1000 während 500 Sekunden und die Leistung 200 während 2500 Sekunden jedesmal dieselbe Arbeit $500\,000 = 50\,000 \text{ l} \times 10 \text{ m}$ ergibt, so sieht man, daß

$$\text{Arbeit} = \text{Leistung} \times \text{Zeit}$$

oder

$$\text{Leistung} = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Zeit}}.$$

Im Elektrischen wird die Stromstärke nach Ampere gemessen, die Leistung demnach durch Volt \times Ampere, wofür man den kürzeren Namen Watt gebraucht.

Die Leistung eines elektrischen Stromes von der Stärke i Ampere zwischen zwei Punkten, deren Spannung e Volt beträgt, ist demnach

$$\text{Leistung: } ei \text{ Volt-Ampere oder } ei \text{ Watt.}$$

Die ganze, während der Zeit t geleistete Arbeit beträgt

$$\text{Arbeit: } eit \text{ Volt-Coulomb oder } eit \text{ Joule.}$$

Der elektrische Widerstand. Verbindet man zwei mit Wasser gefüllte Gefäße durch eine Rohrleitung miteinander, so strömt durch letztere das Wasser so lange, bis die Oberfläche des Wassers in beiden Gefäßen gleich hoch liegt. Es ist uns bekannt, daß dieser Ausgleich des Niveauunterschiedes, der Wasserstrom, rascher vor sich geht, wenn das Verbindungsrohr kurz und weit ist, langsamer, wenn es lang und eng ist. Im ersteren Falle strömt die ganze Menge, die von einem Gefäß zum anderen fließen muß, in kurzer Zeit, die Stromstärke ist hoch. Im zweiten Falle strömt zwar im ganzen auch dieselbe Menge, aber sie braucht lange Zeit, der Strom ist schwach. Die Stromstärke wird also nicht allein durch die Größe des Niveauunterschiedes, sondern auch durch die Eigenschaften der Verbindungsleitung bestimmt.

Ähnlich bei der elektrischen Leitung. Verbindet man zwei Leiter, die verschiedenes Potential haben, durch eine kurze, dicke Leitung miteinander, so erfolgt der Ausgleich sehr rasch, die Stromstärke wird groß; besteht die Verbindung aus einem dünnen, langen Draht, so findet der Ausgleich langsamer statt, die Stromstärke ist gering. Nur tritt beim elektrischen Vorgang noch etwas hinzu, wofür wir keine volle Ähnlichkeit beim Wasserstrom haben; es kommt wesentlich auf den Stoff des elektrischen Leiters an.

Wir schreiben daher dem elektrischen Leiter einen Leitwiderstand W zu, der bei gegebener Spannung (Potentialunterschied) die Stromstärke bestimmt. Dieser Widerstand steht im geraden

Verhältnis zur Länge L und im umgekehrten Verhältnis zum Querschnitt Q des Leiters und wird im übrigen durch den Stoff des Leiters bestimmt:

$$W = \varrho \cdot \frac{L}{Q},$$

worin ϱ den Einfluß des Stoffes des Leiters bedeutet und der spezifische Widerstand heißt; L ist in m, Q in qmm zu messen. Diese Formel darf nur angewandt werden, wenn die Abmessungen des Querschnitts klein sind gegen die der Länge, also bei Drähten, Bändern, dünnen Stäben. In anderen Fällen gibt die Formel unzuverlässige Werte.

Die Einheit des Widerstandes ist das Ohm. Es ist nach theoretischen Überlegungen festgelegt; sein praktisches Maß wird bestimmt durch den Widerstand einer Quecksilbersäule von 1 qmm Querschnitt und 1,063 Länge bei 0° . Daraus ergibt sich der spezifische Widerstand des Quecksilbers bei $0^\circ = \frac{1}{1,063} = 0,941$.

Der spezifische Widerstand hängt von der Temperatur ab. Bei den reinen Metallen und den meisten ihrer Legierungen nimmt der spezifische Widerstand bei steigender Temperatur zu. Bei einigen wenigen Legierungen, bei Kohle und den flüssigen, nicht-metallischen Leitern, ebenso bei den Isolationsstoffen nimmt der spezifische Widerstand (also auch die Isolierfähigkeit) ab, wenn die Temperatur steigt.

Bei den Metallen, ihren Legierungen, Kohle und den wässrigen Lösungen läßt sich diese Abhängigkeit darstellen durch die Formel

$$\varrho_t = \varrho_0 (1 + \alpha t),$$

worin ϱ_t der spezifische Widerstand bei t° , ϱ_0 der bei 0° ist, während α der Temperaturkoeffizient genannt wird. Für die Metalle und die meisten Legierungen ist α positiv, für Kohle und wässrige Lösungen ist es negativ.

Spezifische Widerstände.

Metalle.

	ϱ bei mittl. Temp.	α
Aluminium	0,03 bis 0,05	+ 0,004
Blei	0,2	+ 0,004
Eisen	0,10 bis 0,12	+ 0,0045

	ϱ bei mittl. Temp.	α
Gold	0,02	+ 0,004
Kupfer	0,018	+ 0,004
Nickel	0,10	+ 0,004
Platin	0,12 bis 0,16	+ 0,003
Quecksilber	0,95	+ 0,0009
Silber	0,017	+ 0,004
Zink	0,06	+ 0,004
Zinn	0,10	+ 0,004

Legierungen.

Bronze für Leitungen . .	0,018 bis 0,056	—
Konstantan	0,50	— 0,0003
Kruppin	0,85	+ 0,0008
Manganin	0,42	—
Messing	0,07	+ 0,0015
Neusilber	0,15 bis 0,36	+ 0,0002 bis + 0,0004
Nickelin	0,40	+ 0,002
Rheotan	0,47	+ 0,00023

Kohle.

Graphit etwa	10	} etwa — 0,0002 bis — 0,0004
Glühlampenfadon etwa . .	30 bis 40	
Gaskohle, auch Bogenlicht- kohle etwa	50 bis 70	
Bleistift etwa	1000	

Wässrige Lösungen.

Der Prozentgehalt bedeutet Gewichtsteile wasserfreien Salzes (oder Säure)
in 100 Gewichtsteilen der Lösung.

α ist durchweg gleich 0,015 bis 0,025 und negativ.

%	Kochsalz Cl Na ϱ_{18}	Bittersalz Mg SO ₄ ϱ_{18}	Zinkvitriol Zn SO ₄ ϱ_{18}	Kupfer- vitriol Cu SO ₄ ϱ_{18}	Salmiak NH ₄ Cl ϱ_{18}	Schwefel- säure H ₂ SO ₄ ϱ_{18}
5	150 000	380 000	520 000	520 000	110 000	48 000
10	83 000	240 000	310 000	310 000	56 000	26 000
15	61 000	210 000	240 000	240 000	39 000	18 000
20	51 000	210 000	210 000	—	30 000	15 000
25	47 000	240 000	210 000	—	25 000	14 000

Der spezifische Widerstand von guten Guttaperchasorten und vulkanisiertem Kautschuk beträgt 100 bis 250 Trillionen bei gewöhnlicher Temperatur; s. Seite 9. Er ist bei allen Isolationsstoffen in so hohem Maße von der Temperatur abhängig, daß die obige einfache Formel nicht ausreicht. Vielmehr lautet sie hier

$$e_t = e_0 \cdot a^t.$$

Da diese Formel für das Rechnen nicht bequem ist, stellt man die Abhängigkeit des Widerstandes besser durch Tafeln dar, etwa wie die nachfolgende:

**Abhängigkeit des Widerstandes von Isolationsstoffen
von der Temperatur.**

Der Widerstand bei 15° C. wird als Einheit angenommen.

Die Zahlen der Tafel gelten: unter G für Guttapercha, unter F für Faserstoff, unter P für Papier.

Ein Guttaperchakabel, dessen Isolationswiderstand bei 15° 1000 Millionen Ohm beträgt, hat bei 0° 7,3 . 1000 und bei 20° 0,52 . 1000 Millionen Ohm.

t	G	F	P	t	G	F	P	t	G	F	P
0	7,3	16	1,7	12	1,5	1,8	1,1	22	0,40	0,29	0,69
2	5,6	13	1,6	14	1,1	1,2	1,05	24	0,30	0,23	0,61
4	4,3	10	1,5	15	1,0	1,0	1,0	26	—	0,18	0,54
6	3,3	6,7	1,4	16	0,88	0,82	0,95	28	—	0,13	0,47
8	2,5	4,1	1,3	18	0,67	0,57	0,86	30	—	0,10	0,42
10	1,9	2,7	1,2	20	0,52	0,41	0,78				

Berührungswiderstand. Zwei locker aufeinander gelegte Leiter bieten an der Berührungsstelle dem Strom einen Widerstand, welcher sich ändert mit dem Druck, der die beiden Körper aufeinanderpreßt. Der wachsende Druck vermehrt die Zahl der Berührungspunkte und macht die Berührung an jedem Punkt inniger; hierdurch wird der Widerstand kleiner. Im Mikrophon verwendet man in der Regel Kohlenstücke oder Kohlenpulver; der wechselnde Druck rührt von den Bewegungen der Schallplatte her. Den letzteren entsprechend nimmt der Widerstand des Mikrophons in raschem Wechsel ab und zu. Im Fritter oder Kohärer verwendet man meist Metallkörner, manchmal auch Kohlenstücke, die unter leichtem Druck einen sehr erheblichen Widerstand besitzen; werden rasch wechselnde elektrische Schwingungen (Hertz-

sche Wellen, vgl. Seite 59) hindurchgeleitet, so nimmt der Widerstand plötzlich bedeutend ab. Bei Verwendung von Kohle nimmt er nach dem Verschwinden der elektrischen Wellen von selbst wieder zu; metallische Fritter erlangen ihren hohen Widerstand erst durch eine leichte Erschütterung (auch durch Erwärmung u. a.) wieder.

Das Ohmsche Gesetz. Die Ursache für das Zustandekommen eines elektrischen Stromes ist das Vorhandensein einer Spannung oder Potentialdifferenz. Die Stärke des erzeugten Stromes steht im geraden Verhältnis zur Spannung.

Das unbegrenzte Anwachsen des Stromes verhindert der Widerstand. Die Stromstärke steht im umgekehrten Verhältnis zum Leitungswiderstand.

Diese Tatsachen drückt man aus durch die Formel

$$J = \frac{E}{W},$$

worin J die Stromstärke, E die Spannung, W der Widerstand ist.

Das Ohmsche Gesetz gilt in dieser einfachen Form für den Strom, der seine Richtung und Stärke beibehält. Es gilt besonders nicht für den Augenblick, wann der Stromkreis geschlossen oder geöffnet, oder wo die Widerstände erheblich geändert werden.

Das Ohmsche Gesetz läßt sich auch schreiben

$$E = J \cdot W,$$

d. h. wenn durch einen Widerstand W der Strom J fließt, so herrscht zwischen den Enden des Widerstandes die Spannung $E = J \cdot W$.

Der erste Satz von Kirchhoff. Die Grundform des Ohmschen Gesetzes bezieht sich auf den einfachen Stromkreis. Bei Stromverzweigungen haben wir den Vorgang an der Verzweigungsstelle zu betrachten. Offenbar müssen die zu- und die abfließenden Ströme je zusammen gleich sein; denn wären die ersteren stärker, so würde sich am Vereinigungspunkt Elektrizität anhäufen, wären sie schwächer, so müßte Elektrizität von außen hereintreten; nach der Erfahrung geschieht keines von beiden. Bezeichnet man die zufließenden Ströme mit +, die abfließenden mit —, so ergibt sich für Fig. 12:

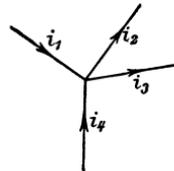


Fig. 12.

$$i_1 - i_2 - i_3 + i_4 = 0$$

oder für einen beliebigen Verzweigungspunkt

$$\Sigma i = 0,$$

wo jede Stromstärke mit dem Vorzeichen einzusetzen ist, welches angibt, ob sie zu- oder abfließt (Σ = Summe).

Der zweite Satz von Kirchhoff. Wenn sich zwischen zwei

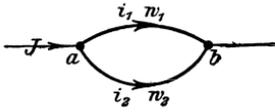


Fig. 13.

Punkten a und b (Fig. 13) der Strom verzweigt, sodaß im einen Zweige der Strom i_1 , im anderen der Strom i_2 fließt, so erhalten wir nach dem Ohmschen Gesetz für die Spannung zwischen den

Endpunkten a und b einmal $i_1 w_1$, das andere Mal $i_2 w_2$; da diese Spannung in beiden Fällen dieselbe ist, folgt

$$i_1 w_1 = i_2 w_2$$

oder

$$i_1 w_1 - i_2 w_2 = 0.$$

Gehen wir von a aus um den in sich zurücklaufenden Stromweg (das stark gezeichnete) herum, so gehen wir im oberen Zweig nach b mit dem Strom, im unteren gegen den Strom. Es folgt daraus:

Geht man um einen in sich zurücklaufenden Stromweg und bildet für jedes Stück den Ausdruck $i w$, wobei das i das positive oder negative Vorzeichen hat, je nachdem man mit oder gegen den Strom geht, so ist

$$\Sigma i w = 0.$$

Dieser Satz gilt auch für mehrfach verzweigte Stromkreise; z. B. ist für Fig. 14:

$$i_1 w_1 + i_5 w_5 - i_3 w_3 = 0.$$

Denn das Potential von a erhöht sich bis zum Ende des Leiters 1 um $+i_1 w_1$, bis zum Ende von 5 um $+i_5 w_5$, bis wieder zu a

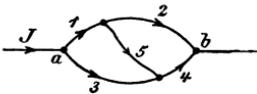


Fig. 14.

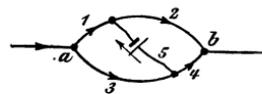


Fig. 15.

zurück um $-i_3 w_3$; da nun das Potential wieder den Anfangswert hat, so ist die Erhöhung Null, was die obige Gleichung ergibt.

Enthält nun aber ein Zweig eine Elektrizitätsquelle, so ändert sich die Betrachtung. Nach Fig. 15 wäre die Erhöhung von a bis

zum Ende des Leiters 1 wieder $i_1 w_1$, bis zum Ende von 5 zunächst wieder $+ i_5 w_5$; aber da die Batterie mit der Spannung E dem Strome entgegengeschaltet ist, so muß die Spannung im Leiter 5 um e erhöht werden, damit derselbe Strom i_5 zustande kommt; alsdann wird das Potential im Leiter 5 wieder um $- i_3 w_3$ erhöht; also im ganzen

$$i_1 w_1 + i_5 w_5 + e - i_3 w_3 = 0$$

oder

$$i_1 w_1 + i_5 w_5 - i_3 w_3 = -e.$$

Geht man um einen in sich zurücklaufenden Stromweg, der eine oder mehrere Stromquellen enthält, so ist die Summe der Produkte $i w$ gleich den Spannungen der Stromquellen mit dem im Sinne des Umgangs genommenen Vorzeichen.

$$\sum i w = \sum e.$$

Folgerungen aus dem Ohmschen Gesetz und den Kirchhoffschen Sätzen. a) Parallele Stromwege (Fig. 13). Nach dem zweiten Kirchhoffschen Satz ist

$$i_1 w_1 - i_2 w_2 = 0,$$

woraus sich ergibt:

$$i_1 : i_2 = w_2 : w_1,$$

d. h.: Die Zweigströme stehen im umgekehrten Verhältnis der Widerstände.

Der Gegensatz des Leitwiderstandes W ist das Leitvermögen G :

$$W = \frac{1}{G}.$$

Das gemeinsame Leitvermögen G zweier nebeneinander liegender Stromwege vom Leitvermögen G_1 und G_2 ist gleich der Summe der letzteren:

$$G = G_1 + G_2.$$

Daraus folgt

$$\frac{1}{W} = \frac{1}{W_1} + \frac{1}{W_2} \quad \text{oder} \quad W = \frac{W_1 \cdot W_2}{W_1 + W_2}.$$

Sind W_1 und W_2 gleich, so wird $W = \frac{1}{2} W_1$. Hat man n gleiche Widerstände w nebeneinander geschaltet, so ist der gemeinsame Widerstand w/n .

b) Brücke. Für die beiden Zweige zwischen a b (Fig. 16) können wir die Potentiale von a aus rechnen und müssen, wie auf Seite 22, auf beiden Wegen bis b zum gleichen Potential kommen. Sei z. B. das Potential in a gleich Null, in $b = 100$ gesetzt. Dann

liegen die Potentiale sämtlicher Punkte beider Zweige zwischen 0 und 100. Zu jedem Punkte des einen Zweiges findet man einen Punkt des anderen Zweiges, der das gleiche Potential hat. Seien

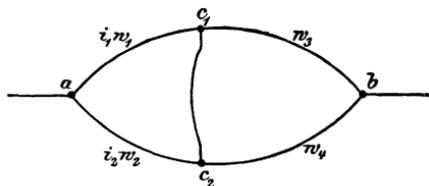


Fig. 16.

gleich i_2 sein, weil ja bei c_1 und c_2 nichts abfließt. Die Potentiale in c_1 und c_2 sind von a aus gerechnet $= i_1 \cdot w_1$ und $i_2 \cdot w_2$; von b aus gerechnet $100 - i_1 \cdot w_3$ und $100 - i_2 \cdot w_4$. Da diese nun paarweise gleich sind, so folgt

$$\begin{aligned} i_1 w_1 &= i_2 w_2 \\ i_1 w_3 &= i_2 w_4, \end{aligned}$$

durch Division

$$\frac{w_1}{w_3} = \frac{w_2}{w_4}.$$

Durch die Brücke fließt kein Strom, wenn für die 4 Widerstände das angegebene Verhältnis besteht; diese Brücke heißt die Wheatstonesche.

Spannungsverteilung im einfachen Stromkreis. In Fig. 17 werden die Widerstände der hintereinander geschalteten Teile des

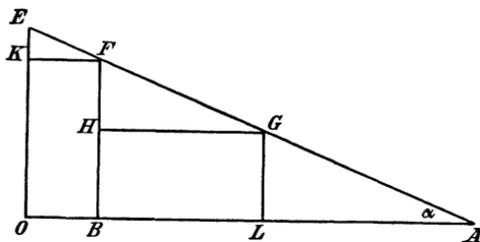


Fig. 17.

Stromkreises, z. B. Batterie, Leitung, Apparat, bzw. durch die Längen \overline{OB} , \overline{BL} , \overline{LA} dargestellt, während \overline{OE} die EMK der Batterie ist. Es sei, wie gewöhnlich bei einer Telegraphenleitung, der Endpunkt des Apparatwiderstandes A an Erde gelegt, also auf dem Potential Null; der Anfang der Leitung hat das Potential des Batteriepol, und längs der Leitung nimmt die Spannung ab, wie die schräge Linie angibt. Sie beträgt an der anderen Klemme der Batterie nur noch BF ; im Batteriewiderstand $W_B = OB$ ist ein

Spannungsverlust $EK = J \cdot W_B$ eingetreten. Ebenso geht in der Leitung die Spannung FH verloren und es bleibt zur Wirkung am Apparat nur noch LG übrig. Nur die letztere wirkt nützlich, während die in der Batterie und die in der Leitung verzehrten Spannungen einen Verlust (Spannungsverlust) darstellen. Man sucht letzteren klein zu machen. Bei Telegraphenleitungen haben diese Verluste nicht allzuviel zu bedeuten, weil die Kosten des Stromes neben den sonstigen Betriebskosten nicht sehr ins Gewicht fallen. Bei Starkstromleitungen dagegen ist die Frage, welche Verluste in der Leitung zugelassen werden dürfen, von hervorragender Wichtigkeit.

II. Die Wärmewirkung des elektrischen Stromes.

Erwärmung des Leiters. Jeder Strom erzeugt in seinem Leitungsweg Wärme. Ist der Widerstand des Leiters $= w$, der Strom $= i$, so ist die Spannung an seinen Enden $e = iw$. Die ganze Leistung des Stromes ist (nach Seite 17) $= ei$, also $= i^2 w$. Die erzeugte Wärmemenge steht demnach im geraden Verhältnis zum Widerstand und zum Quadrat der Stromstärke (Joulesches Gesetz).

Diese Wärmemenge wird in dem Leiter erzeugt; sie bleibt aber nicht darin, sondern es wird stets ein Teil davon — und um so mehr, je wärmer der Leiter gegenüber seiner Umgebung geworden ist — an die Umgebung abgeführt. Dieser nach außen abgegebene Teil ist nun von der Oberfläche des Leiters abhängig. Spannen wir einen Draht gerade in der Luft aus, so hat er eine große Oberfläche, wickeln wir ihn zu einer Spule, so deckt die äußere Windungslage alle anderen zu und die ausstrahlende Oberfläche ist gering.

Auch die Umgebung des Leiters ist von Einfluß. Liegt er auf anderen festen Körpern auf oder wird er von letzteren bedeckt, so nehmen diese an der Wärmeabgabe teil; die Erwärmung ist geringer, als wenn der Leiter frei in der Luft ausgespannt ist.

Ein Leiter und die mit ihm verbundenen Körper erhöhen infolge des Stromdurchgangs ihre Temperatur so lange, bis die von ihnen ausgestrahlte Wärmemenge gleich ist der in derselben Zeit vom Strom erzeugten Wärmemenge.

Die Telegraphenleitungen werden von den Telegraphierströmen nicht merklich erwärmt; dazu sind die Ströme zu schwach und ist die Oberfläche der Telegraphenleitung zu groß. Selbst starke

Ströme von 20 bis 50 Ampere werden von den Telegraphenleitungen ohne schädliche Erwärmung vertragen. Die Bewickelungen der Apparate werden gleichfalls von den Betriebsströmen nicht erwärmt; wohl aber können von außen eindringende Ströme die Bewickelungsdrähte stark erwärmen. Die Rolle eines Morseapparates erträgt dauernd etwa 0,25 Ampere, die Spule eines Telefons etwa 0,12 Ampere.

Erwärmung als Zweck. Die Erwärmung eines Leiters wird in manchen Fällen beabsichtigt. Die Glühlampen sollen so hoch erhitzt werden, daß sie in heller Glut strahlen. Bei einem Verfahren der elektrischen Zündung gebraucht man als Zünder dünne Platindrähte, die vom Strom erhitzt werden. Die Schmelzsicherungen, die man zum Schutze der Leitungen einschaltet, bestehen aus Leitern, die vom Strome geschmolzen werden und beim Zerfließen den Stromkreis unterbrechen. In einigen Meßinstrumenten (Hitzdrahtinstrumenten) wird die Erwärmung eines ausgespannten Drahtes zur Messung des Stromes benutzt. Auch zu Heizungszwecken wird der elektrische Strom verwendet.

Erwärmung als Verlust. In den meisten Fällen ist aber die Wärmeerzeugung des Stromes nur eine lästige und verlustbringende Beigabe, besonders bei Starkstromanlagen und -Apparaten. Die erzeugte Wärme muß abgeführt werden, damit sich die Apparate nicht zu stark erwärmen, und sie kostet Geld, weil sie ja vom elektrischen Strom erzeugt wird.

III. Elektrochemie.

Leiter erster und zweiter Klasse. Während die chemisch einfachen Körper den Strom leiten, ohne eine Änderung zu erfahren, werden die chemisch zusammengesetzten Körper beim Stromdurchgang zerlegt. Zu der ersten Klasse der Leiter gehören die Metalle, ihre Legierungen, Kohle und einige wenige zusammengesetzte Körper, wie Mangansuperoxyd und Bleisuperoxyd, die gleichfalls „metallisch“ leiten. Zur zweiten Klasse gehören die Säuren, Salze und Basen in wässriger Lösung, geschmolzen oder fest.

Benennungen. Die Stromzuführungen, die den Leiter zweiter Klasse mit dem im übrigen metallischen Stromkreis verbinden, werden Elektroden genannt, diejenige, durch welche der Strom eintritt, Anode, die andere, durch die der Strom austritt, Kathode.

Der Vorgang der chemischen Zerlegung durch den Strom heißt Elektrolyse, der der Elektrolyse unterworfenen Leiter Elektrolyt, seine Bestandteile Ionen, und zwar das zur Anode gehende Anion, das zur Kathode gehende Kation.*)

Vorgang bei der Elektrolyse. Ein Glasgefäß mit verdünnter Schwefelsäure möge zwei Elektroden aus Platin enthalten und durch diese mit einer kräftigen Batterie verbunden sein. Dann sehen wir an den Elektroden Gasblasen aufsteigen, so lange der Strom durch die Schwefelsäure fließt.

Diesen eigenartigen Vorgang erklären wir uns in folgender Weise: Der im Wasser gelöste Körper ist Schwefelsäure, H_2SO_4 .

Bei der Lösung zerfällt ein großer Teil der Moleküle in H , H , SO_4 , die Ionen; dieser Zerfall heißt Dissoziation. Die Ionen sind keine Moleküle oder Atome; denn der Wasserstoff müßte als Gas entweichen, und die Gruppe SO_4 müßte sich mit dem Lösungswasser verbinden und aus letzterem Sauerstoff freimachen. Die Ionen unterscheiden sich von den Molekülen und Atomen dadurch, daß sie eine elektrische Ladung haben, und zwar ist

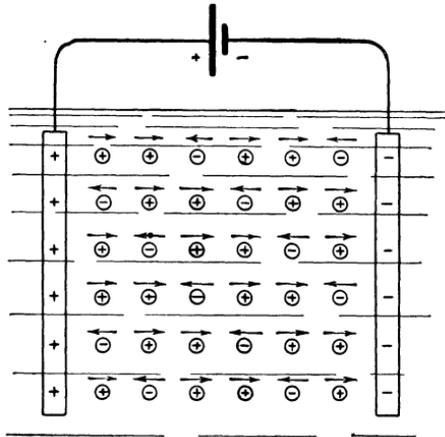


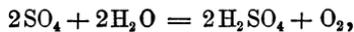
Fig. 18.

der Wasserstoff positiv, das SO_4 negativ geladen, und SO_4 so stark, wie die beiden H zusammen, so dass ihre Verbindung zu H_2SO_4 unelektrisch war.

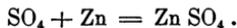
Fig. 18 stellt dies dar. Die Ionen (doppelt so viel H als SO_4) sind in regelmäßiger Verteilung ins Lösungswasser eingestreut, ihre Ladungen werden durch $+$ und $-$ angegeben. Die positiv geladene Anode zieht nun in ihrer Nachbarschaft die negativ ge-

*) Die Worte sind aus dem Griechischen abgeleitet. Hodos heißt Weg, Elektrode demnach: Weg für die Elektrizität; ana heißt hinauf, kata hinab, demnach Anode Aufweg, Kathode Abweg. Elektrolyt wird gebildet von lyein, lösen; Ion = gehend.

ladenen Anionen an, stößt die positiv geladenen Kationen ab, während an der Kathode der entgegengesetzte Vorgang sich abspielt. Die Bewegung der Ionen pflanzt sich durch die ganze Flüssigkeit fort. Es treten daher an die Anode die von ihr angezogenen Anionen aus der Nachbarschaft und dazu noch so viel Anionen, als von der Kathode abgestoßen werden; sinngemäß an der Kathode die Kationen. Diese Ionen geben an die Elektroden ihre Ladungen ab, neutralisieren demnach eine gleichgroße ungleichnamige Elektrizitätsmenge, welche nun aus der Stromquelle ersetzt werden muß. Dieser Ersatz, der fortwährend nötig ist, bildet den elektrischen Strom. Die entladenen Ionen sind aber keine Ionen mehr; sie sind gewöhnliche Atome und verbinden sich entweder untereinander, z. B. zwei Wasserstoffionen H zu einem Molekül Wasserstoffgas H₂, welches entweicht; oder sie verbinden sich mit dem Lösungswasser, z. B. zwei entladene SO₄ mit zwei Wassermolekülen H₂O:



wobei Sauerstoff in Gasform frei wird; oder mit der Elektrode, wenn man z. B. eine Anode aus Zink verwendet hätte:



Das Wasser ist kein Elektrolyt, bildet keine Ionen und leitet im reinen Zustande nicht besser als gute Isolatoren.

Kationen sind Wasserstoff, Ammonium NH₄ und die Metalle, Anionen Sauerstoff, Chlor und seine Verwandten und die Säureradikale wie SO₄, NO₃ u. s. f.

Faradaysches Gesetz. Die an den Elektroden ausgeschiedenen Mengen sind der durchgeflossenen Elektrizitätsmenge (Strom mal Zeit) und ihrem chemischen Äquivalentgewicht proportional. Durch genaue Messungen ist ermittelt worden, daß 1 Ampere in 1 Sekunde 0,001118 g Silber ausscheidet. Daraus ergeben sich für einige andere Körper folgende Werte:

	chem. Formel	Äquivalentgewicht	1 A. scheidet in 1 Sek. aus in mg
Silber	Ag	107,66	1,118
Chlor	Cl	35,36	0,367
Kupfer	Cu	31,6	0,328
Sauerstoff	O	7,98	0,083
Wasserstoff	H	1	0,0104
Zink	Zn	32,55	0,338
Schwefelsäure	SO ₄	47,91	0,498

Berührungselektrizität. Taucht man ein Metall in ein Elektrolyt ein, so wird das erstere negativ elektrisch, das letztere positiv. Verschiedene Metalle werden verschieden stark negativ; taucht man z. B. Zink und Kupfer in verdünnte Schwefelsäure, so wird das Zink stärker negativ als das Kupfer (Fig. 19), das letztere hat demnach das höhere Potential und verhält sich dem Zink gegenüber positiv. Der Potentialunterschied zwischen Zink und Kohle ist noch größer (etwa 1,5 mal so groß) als der zwischen Zink und Kupfer.

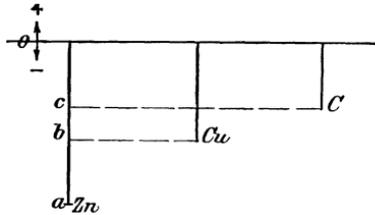


Fig. 19.

Eine solche Zusammenstellung von zwei verschiedenen Leitern erster Klasse (Metallen oder Kohle) in einem oder mehreren Elektrolyten nennt man ein galvanisches Element.

Chemische Stromerzeugung. Verbindet man die beiden Metalle, Pole oder Elektroden des Elementes durch einen Leitungsdraht (Fig. 20), so kann ihr Potentialunterschied zur Wirkung kommen, indem er nach dem Ohmschen Gesetz einen Strom erzeugt. Dabei werden die Ladungen der Elektroden verbraucht; sie werden aber augenblicklich ersetzt durch Ladungen der Ionen, die nun, indem sie ihre Ladungen an die Elektroden abgeben, in den gewöhnlichen molekularen Zustand übergehen und sich aus dem Elektrolyt ausscheiden.

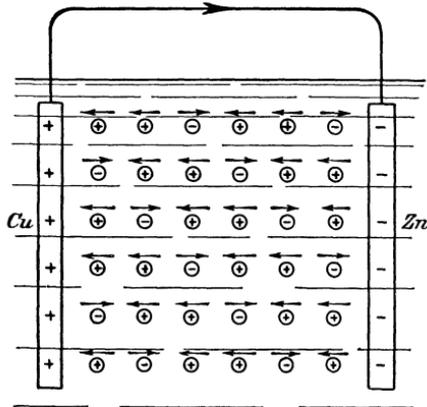


Fig. 20.

Elektrischen Strom, der selbst eine Arbeitsleistung ist, bekommt man nicht umsonst. Wie man unter dem Kessel der Dampfmaschine Kohle verbrennen muß, um mechanische Arbeit zu leisten, so muß auch in dem galvanischen Element ein Stoff verzehrt werden, in

der Regel das Zink der Anode, das von dem sich ausscheidenden Anion, z. B. SO_4 , aufgelöst wird.

Polarisation. In dem Element nach Fig. 20 wird während der Stromerzeugung an der Kathode Wasserstoff abgeschieden, der nun als dünne Gasschicht das Kupfer überzieht. Infolgedessen haben wir nicht mehr den Potentialunterschied Zink/Kupfer, sondern den weit geringeren Zink/Wasserstoff. Den Vorgang der Wasserstoffabscheidung auf der Kathode, der die EMK beträchtlich herabsetzt, nennt man Polarisation.

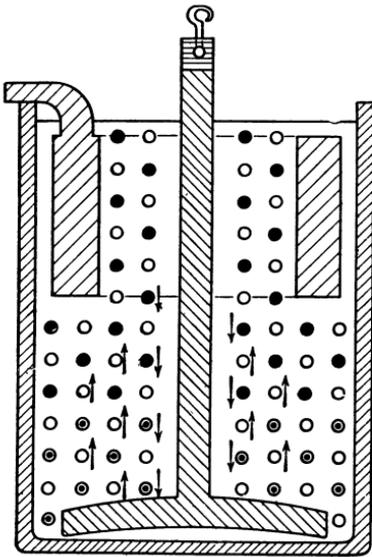


Fig. 21.

Depolarisation. Um die EMK auf der ursprünglichen Höhe zu erhalten, muß der Wasserstoff beseitigt werden. Hierzu genügt manchmal schon Umrühren oder Einblasen von Luft; auch wenn ein polarisiertes Element offen stehen bleibt, „erholt“ es sich langsam, indem der Wasserstoff weggeht. In der Regel verwendet man besondere „Depolarisatoren“, Körper, die leicht Sauerstoff hergeben und damit den Wasserstoff oxydieren, wie Mangansuperoxyd oder Brauneisen (bei dem Leclanché- und dem Kohle-Zink-Element der deutschen Telegraphie), Salpetersäure, Chromsäure, Übermangansäure (letztere beiden meist in ihren Salzen verwendet). Auch kann man bei der Kathode ein Elektrolyt verwenden, das keinen Wasserstoff, sondern ein Metall, und zwar am besten das Metall der Kathode ausscheidet; dann bleibt letztere beim Stromdurchgang ungeändert und kann sich nicht polarisieren. Diese letztere Methode wird beim Kupfer-Zink-Element verwendet, das je nach seiner Bauart als Daniell'sches, Meidinger-, Krüger-, Callaud-Element geht.

Vorgang im Kupfer-Zink-Element. Fig. 21 stellt das in der deutschen Telegraphie gebräuchliche Krügersche Element dar. Im Wasser sehen wir die Metallionen, Zink als ausgefüllten Kreis,

Kupfer als Kreis mit Punkt, und die Schwefelsäure-Ionen (SO_4) als leere Kreise. Die ersteren, positiv geladenen, werden vom Strom auf die Kupferkathode zu befördert. Unten scheiden sich Kupferionen nach der Entladung als Metall aus, Zinkionen dringen von oben nach und verdrängen das gelöste Kupfer allmählich. Die Anionen gehen zum Zink und verbinden sich mit ihm zu ZnSO_4 , das bei der Auflösung im Wasser wieder die Ionen Zn und SO_4 bildet.

Sammler oder sekundäre Elemente. Denken wir uns in das Gefäß mit verdünnter Schwefelsäure nach Fig. 20 nicht Zink und Kupfer eingetaucht, sondern einerseits reines Blei, andererseits Bleisuperoxyd, so haben wir zwischen den Elektroden gleichfalls eine Spannung. Während durch den Verbindungsdraht Strom fließt, treten an die Anode aus reinem Blei die Anionen SO_4 und bilden hier Bleisulfat, PbSO_4 . An der Kathode aus PbO_2 scheiden sich die H-Kationen aus; sie reduzieren das PbO_2 , indem sie Wasser bilden:

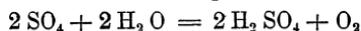


und das PbO verbindet sich mit der Schwefelsäure:

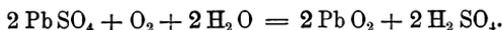


Schließlich bestehen beide Elektroden aus PbSO_4 , sie sind also gleichartig und erzeugen keine Spannung mehr. In Wirklichkeit darf man es nicht so weit kommen lassen, sondern muß mit der Stromentnahme aufhören, wenn die Spannung auf einen bestimmten Grenzwert gesunken ist. Andernfalls wird zuviel Bleisulfat erzeugt, welches dann eine feste weiße Kruste bildet und den Widerstand des Elementes beträchtlich erhöht. (Sulfatierung.)

Nun kann man durch einen elektrischen Strom, den man in der entgegengesetzten Richtung in das Element schickt, den Vorgang, der sich bei der Stromlieferung abspielt, rückgängig machen. An der Anode scheidet sich SO_4 ab; da hier die Oberfläche aus PbSO_4 besteht, so zersetzt das SO_4 Wasser:



und der Sauerstoff oxydiert das Bleisulfat der Elektrode in Gegenwart des Wassers:



An der Kathode bildet sich Wasserstoff, der das Bleisulfat reduziert:



Hat man nun eine ebenso große Elektrizitätsmenge in das Element geschickt, wie man vorher herausgenommen hat — und zur Deckung der unvermeidlichen Verluste etwa 10 % mehr — so ist das Element wieder im Anfangszustand: $\text{Pb}/\text{H}_2\text{SO}_4/\text{PbO}_2$. Es ist also nun wieder geladen und kann von neuem entladen werden.

Die Elektroden der Sammler bestehen aus Bleiplatten mit Rippen oder anderen Erhöhungen oder aus Bleigittern; das Blei, welches am Stromvorgange teilnehmen soll, wird in Form von feingepulverten Bleiverbindungen (Mennige, Bleiglätte) auf die Platten aufgetragen, oder es wird auf den Platten eine sogen. „aktive Schicht“ erzeugt durch den häufig und in entgegengesetzten Richtungen wiederholten Lade- und Entladevorgang (Formierung).

Aus den obigen Gleichungen sieht man, daß während der Entladung Schwefelsäure aus der Lösung aus- und in die Elektroden eintritt; bei der Ladung findet das Umgekehrte statt. Dies zeigt sich auch an der Dichte der Schwefelsäure, welche im geladenen Zustande meistens 22° Baumé = 1,180 spezifisches Gewicht, im entladenen Zustande 18° Baumé = 1,142 spezifisches Gewicht beträgt. Diese Zahlen sind für Sammler verschiedener Konstruktion etwas verschieden. Zu starke Säure ist schädlich, weil sie das Blei der Elektrodenplatten angreift. Die Dichte der Säure kann als Maß für die in einem Sammler enthaltene Strommenge dienen.

Die elektrischen Eigenschaften der Elemente. 1. Elektromotorische Kraft. Sie ist abhängig von der Natur der Elektroden, von der Güte der Depolarisation und in geringerem Maße von der Zusammensetzung des Elektrolyts, dagegen unabhängig von der Größe der Elektroden und des Elementes. Die EMK eines Kupfer-Zink-Elementes beträgt etwa 1 Volt, die eines Kohle-Zink-Elementes (auch der meisten Trockenelemente) etwa 1,4 bis 1,5 Volt, bei Verwendung von starker Salpetersäure zum Depolarisieren der Kohle (Bunsen) etwa 1,7 Volt. Die Sammler haben durchschnittlich 2 Volt.

2. Innerer Widerstand. Er ist um so geringer, je größer das Element ist; er hängt von der Größe und gegenseitigen Entfernung der Elektroden und der Art des Elektrolyts ab. Das gewöhnliche Kupfer-Zink-Element hat etwa 3 bis 8 Ohm, ein

nasses Kohlen-Zink-Element oder ein größeres Trockenelement (etwa wie sie bei den Fernsprechteilnehmern verwendet werden) 0,3 Ohm, ein Sammler für den Telegraphenbetrieb 0,06 Ohm, die größeren Sammler erheblich weniger.

3. Die Stromstärke, welche ein Element leisten kann, richtet sich nach seiner Depolarisation; außerdem kommt der innere Widerstand in Betracht wegen des Spannungsverlustes im Element, vergl. Fig. 17.

4. Strominhalt, Kapazität. Die Strommenge, die ein Element hergeben kann, richtet sich nach seinem chemischen Inhalt. Wenn im Kupfer-Zink-Element die Kupferionen ausgeschieden sind, hört infolge der Polarisation die Stromlieferung auf. Hier kann man von neuem Kupfervitriol einlegen. Die Trockenelemente aber bleiben „erschöpft“. Bei den Sammlern richtet sich die Fähigkeit, Strom aufzunehmen und herzugeben, nach der Menge des Bleis, das am Vorgang teilnimmt. Das Kupfer-Zink-Element verbraucht theoretisch für 1 Amperestunde etwa 4,5 g Kupfervitriol und 1,2 g Zink, praktisch allerdings (wegen unvermeidlicher Verluste) das Doppelte bis Dreifache dieser Mengen. Ein Trockenelement für Fernsprechteilnehmer gibt unter den Verhältnissen des Betriebs etwa 20 Amperestunden her. Ein Sammler für 100 Amperestunden wiegt etwa 40 kg.

IV. Elektromagnetismus.

Ablenkung der Magnetnadel durch den Strom. Führt man einen elektrischen Strom in der Nähe einer leicht drehbaren Magnetnadel (z. B. Taschenkompaß) vorüber, so wird letztere aus der Nord-Südrichtung, in der sie sich eingestellt hatte (vgl. Seite 2), abgelenkt.

Der Sinn der Ablenkung läßt sich bestimmen durch die

Amperesche Schwimmerregel: Schwimmt man im Drahte mit dem Strom und blickt nach der Magnetnadel, so wird der Nordpol nach links abgelenkt.

Die Stärke der Ablenkung dient als Maß für die Stärke des Stromes; hierauf beruhen viele Strom- und Spannungsmesser. Erzielt man mit einem einfachen Draht oder einer Windung keine meßbare Wirkung, so führt man den Strom in mehreren, ganz schwache Ströme in vielen tausend Windungen um die Magnetnadel (Multiplikator).

Die Ablenkung ist gegenseitig. Ein feststehender Magnet dreht eine leichte vom Strom durchflossene Drahtspule. Darauf beruhen der Heberschreiber und die neueren Strom- und Spannungsmesser, z. B. der des Universal-Meßinstruments.

Magnetisches Feld des stromdurchflossenen Leiters. Aus der Ablenkung der Magnetonadel durch den Strom schließen wir, daß von dem stromdurchflossenen Leiter magnetische Kraft ausstrahlt, daß er ein magnetisches Feld besitzt. Das letztere wird durch Fig. 22 und 23 dargestellt; Fig. 22 ist nach der Rechnung gefertigt, Fig. 23 die Aufnahme mit Eisenfeile. Der innerste Kreis

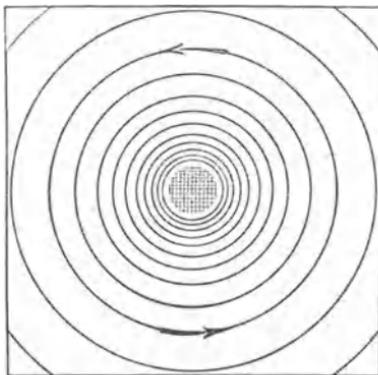


Fig. 22.

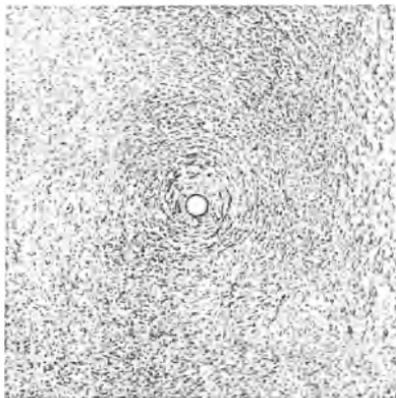


Fig. 23.

ist ein Schnitt durch den Leiter; die Kraftlinien umgeben ihn in Form konzentrischer Kreise.

Fig. 24 zeigt das magnetische Feld einer Drahtspule. Die Felder der einzelnen Windungen schließen sich zusammen und erzeugen ein Feld, das dem des geraden Magnetes, Fig. 4, ziemlich ähnlich ist. Im Innern gehen die Linien parallel und breiten sich von den Enden fächerartig aus, um sich rückläufig zu schließen. Eine solche Spule nennt man, magnetisch betrachtet, ein Solenoid; sie verhält sich genau wie ein Magnet.

Elektromagnet. Bringen wir in eine solche Spule oder Solenoid einen Eisenkern, so wird die Zahl der Kraftlinien einige hundert bis einige tausend Mal stärker. Das Eisen verhält sich nun auch wie ein Magnet, so lange der Strom dauert, es ist ein Elektromagnet.

Seine Stärke ist abhängig von der Zahl der Windungen und der Stärke des Stromes, aber nicht von der Weite der Windungen, außerdem von der magnetischen Güte des Eisens und der Anordnung des letzteren.

Mit dem Strom verschwindet auch der Magnetismus, aber meist nicht vollständig; es bleibt ein Rest, in gutem weichen Schmiedeeisen am wenigsten (Remanenter Magnetismus, vgl. Seite 2).

Der magnetische Kreis. Das Produkt aus Windungszahl und Stromstärke (Windungsampere oder Amperewindungen) nennt man magnetisierende Kraft. Diese erzeugt den Magnetismus, den wir uns durch die Kraftlinien darstellen; letztere verlaufen im Eisen des Elektromagnets und schließen sich durch die Luft und durch den Anker des Elektromagnets.

Man hat nun gefunden, daß für einen solchen, entweder nur aus Eisen oder aus Eisen und Luft gebildeten magnetischen Kreis eine Beziehung besteht, die dem Ohmschen Gesetz gleicht. An Stelle der elektromotorischen Kraft tritt die magnetisierende (deshalb auch magnetomotorische genannte) Kraft, an Stelle der Stromstärke die Kraftlinienmenge und für den elektrischen haben wir hier einen magnetischen Widerstand, der genau ebenso aus Länge und Querschnitt berechnet wird, wie dort, nur daß für den spezifischen elektrischen ein spezifischer magnetischer Widerstand tritt:

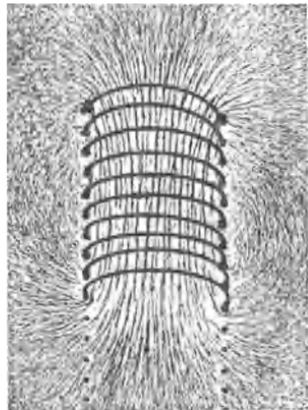


Fig. 24.

$$\text{Kraftlinienmenge} = \frac{\text{magnetisierende Kraft}}{\text{magnetischer Widerstand}}.$$

Diese Beziehung wird beim Bau der Elektromagnete vielfach benutzt und leistet vorzügliche Dienste. Uns genügt es, daraus die Lehre zu ziehen, daß zur Erzeugung einer großen Kraftlinienmenge zweckmäßig der magnetische Widerstand möglichst klein genommen wird.

Der magnetische Widerstand \mathfrak{B} ist nach der Formel zu berechnen:

$$\mathfrak{B} = \nu \cdot \frac{L}{Q}.$$

Darin bedeutet L die Länge des Eisenstückes, Q dessen Querschnitt, ν den spezifischen magnetischen Widerstand des Eisens. L wird in cm, Q in qcm gemessen.

Die Kraftlinien können nicht immer in Eisen verlaufen; bei Apparaten, die Bewegung erzeugen sollen, z. B. dem Magnete des Morse- und des Hughes-Apparates befinden sich Zwischenräume zwischen den Rollen des Elektromagnets und dem Anker, die mit Luft oder Papier oder einem anderen unmagnetischen Stoffe ausgefüllt werden. Der spezifische Widerstand der letzteren ist $= 1$, der des Eisens läßt sich nicht einfach angeben; er ist vom Zustande der Magnetisierung abhängig, groß bei geringer und bei sehr starker Magnetisierung, am kleinsten bei einer mittelstarken Magnetisierung.

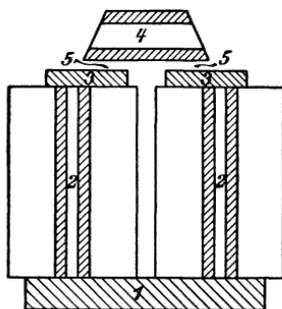


Fig. 25.

Bei gutem, zu Elektromagneten zu verwendendem Eisen kann man als geringsten Wert etwa $\nu = 0,0003$ bis $0,0007$, im Mittel $0,0005$ annehmen, während als allgemeiner Durchschnittswert $0,001$ gelten kann. Solches Eisen

ist schwedisches Eisen, gutes Schmiedeeisen und Flußeisen. Dagegen ist Gußeisen höchstens halb so gut, wie die vorgenannten Eisensorten. Z. B. der magnetische Widerstand des Morsemagnetes ergibt sich unter Bezug auf Fig. 25 folgendermaßen:

$$\mathfrak{B} = \nu \cdot \frac{L_1}{Q_1} + 2 \cdot \nu \cdot \frac{L_2}{Q_2} + 2 \cdot \nu \cdot \frac{L_3}{Q_3} + \nu \cdot \frac{L_4}{Q_4} + 2 \cdot \frac{L_5}{Q_5}.$$

Hier ist für jedes Stück der Widerstand ausgerechnet. L ist die Länge des Stückes in der Richtung der Kraftlinien, Q der Querschnitt. Die einzelnen Widerstände sind, da sie der Reihe nach von den Kraftlinien durchdrungen werden, also hinter einander geschaltet sind, zu addieren.

Da nun das ν ein sehr kleiner Bruch ist, so sieht man, daß sehr viel von dem letzten Glied, welches die beiden Luftzwischenräume darstellt, abhängt. Diese sind möglichst kurz (L_5 klein), aber breit (große Flächen Q_5) zu halten.

Hysterese. Wenn wir ein Stück Stahl oder Eisen der Magnetisierung durch eine stromdurchflossene Spule unterwerfen, so wissen wir von einer früher (Seite 3) angestellten Betrachtung her, daß die Teilchen des Eisens, welche kleine Magnete sind, gedreht werden müssen; der Drehung widerstrebt die Koerzitivkraft, die wir uns wie eine innere Reibung der Teilchen aneinander vorzustellen haben.

Lassen wir den Strom ansteigen, so dreht er die Teilchen langsam immer mehr; er hat die Koerzitivkraft gegen sich. Lassen wir darauf den Strom abnehmen, so drehen sich die Teilchen wieder zurück, aber die Koerzitivkraft hindert sie daran, der magnetisierenden Kraft frei zu folgen, auch jetzt wirkt die Koerzitivkraft gegen die Drehung der Teilchen. Die Magnetisierung bleibt demnach stets hinter der magnetisierenden Kraft zurück. Für den gleichen magnetisierenden Strom erhält man verschiedene Magnetisierungen, je nachdem der Strom im Wachsen oder im Abnehmen begriffen ist.

Diese Erscheinung nennt man Hysterese*).

Die Hysterese ist mit einem Arbeitsverlust verbunden. Wenn man ein Stück Eisen mit dem Strom magnetisiert und dann den Strom wieder abstellt, so haben sich die Eisenteilchen gegen die Koerzitivkraft hin- und hergedreht und dazu ist, wie bei jeder anderen Reibung, Arbeit verwendet worden, die sich in Wärme verwandelt. Bei einem einzigen Magnetisierungswechsel wird freilich nur sehr wenig Wärme erzeugt, die man nicht wahrnimmt. Aber bei rascher Folge der Wechsel, wie sie z. B. im Anker der Dynamomaschinen, mehr noch in den Eisenkernen der Wechselstromapparate für Starkstrom stattfinden, werden die Erwärmungen und Verluste erheblich. Auch bei den Fernsprechapparaten hat man auf den hysteretischen Verlust zu achten. Nicht der Erwärmung wegen, denn diese ist äußerst gering, aber der Stromverluste und besonders der Stromverzerrungen wegen, welche die Eigenart dieser Verluste mit sich bringt.

Zug- oder Tragkraft. Bedeutet N die Windungszahl, i die Stromstärke, Q die Größe der Polflächen des Magnets in qcm, \mathfrak{B} den magnetischen Widerstand, so wird die Zugkraft für beide Pole zusammen

*) Griechisch, vorletzte Silbe lang und betont.

$$P = 0,00013 \cdot \frac{1}{Q} \cdot \frac{(\text{Ni})^2}{\mathfrak{B}^2} \text{ Gramm.}$$

Die Formel zeigt besonders den großen Einfluß des magnetischen Widerstandes. Aus der Betrachtung auf Seite 36 sieht man, daß die Einfügung eines kleinen Luftspaltes in das Eisen

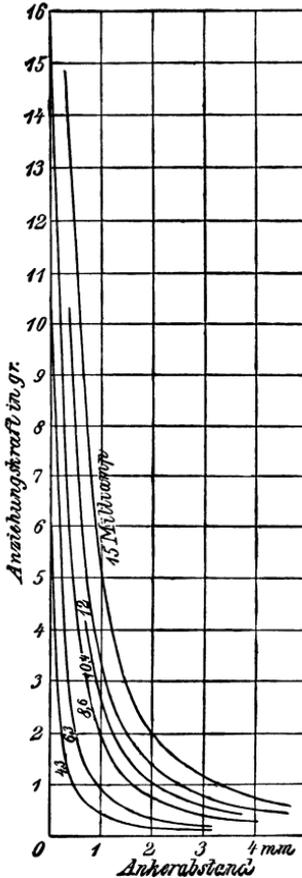


Fig. 26.

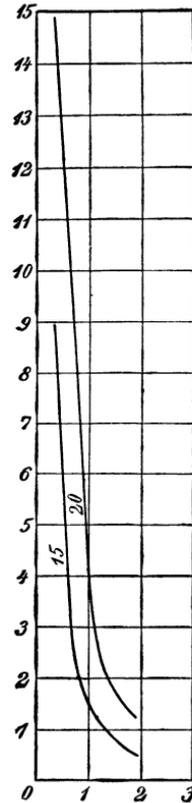


Fig. 27.

den magnetischen Widerstand bedeutend erhöht, demnach die Zugkraft beträchtlich schwächt. Von großer Wichtigkeit ist die Wahl guten Eisens, am besten weichen Schmiedeeisens.

Ferner sieht man aus der Formel, daß man die Polflächen Q klein halten soll, während das Eisen im übrigen großen Quer-

schnitt, aber kleine Länge bekommt, damit der magnetische Widerstand klein bleibt.

Für den Morse- und den Klopfermagnet ist die Zugkraft durch Versuche bestimmt worden*). Fig. 26 zeigt die Ergebnisse für den Morsemagnet; man liest z. B. ab: bei 1 mm Abstand des Ankers ist die Zugkraft für 15 Milliampere 5 g, für 8,6 Milliampere 2 g. Fig. 27 zeigt dasselbe für den Klopfermagnet.

Die Formel, wonach die Zugkraft dem Quadrate der Breite des Luftspaltes umgekehrt proportional sei, ist irrig.

Hauptformen der Elektromagnete: 1. Gerader, stabförmiger Elektromagnet. Der Anker wird vor dem einen Ende angebracht. Einfach und billig, aber wenig empfindlich.

2. Hufeisenmagnet, gewöhnlich in Form eines Vierecks aus Eisen. Auf dem Joch stehen die beiden Schenkel, entweder nur der eine, oder — in der Regel — beide bewickelt. Die vierte Seite ist der bewegliche, meist unbewickelte Anker. Diese Form ist auch noch billig herzustellen, aber weit empfindlicher als die vorige.

3. Topfmagnet, auch Romershausenscher Magnet genannt. Einen inneren Kern umgibt die Spule, und diese wieder wird von einem Mantel umschlossen. Kern und Mantel hängen durch eine Jochplatte, den Boden des „Topfes“ zusammen. An der oberen Seite wird der Anker angebracht, der meist wie ein Deckel auf dem Topf liegt. Dies ist die empfindlichste Anordnung.

4. Geschlossene Form. Der Eisenkern geht ohne Unterbrechung durch einen Luftspalt in den Mantel über. Diese Form findet man bei Fernsprechübertragern und bei den Induktionsrollen. Bei dem Münchschen Fernsprechübertrager ist die Form nicht geschlossen, Kern und Mantel sind beiderseits durch Luft Räume getrennt.

Neutrale und polarisierte Elektromagnete. Ein Elektromagnet aus gutem Eisen besitzt im stromlosen Zustande keinen oder nur schwachen Magnetismus. Beim Eintritt eines genügend starken Stromes zieht er seinen Anker an, und die Richtung des Stromes hat darauf keinen Einfluß. Will man mit dem Strom je nach seiner Richtung zweierlei Wirkung erzielen, so muß dem Elektromagnet schon zur Zeit der Stromlosigkeit eine bestimmte

*) Dreisbach, Elektrotechnische Zeitschrift 1896, Seite 197.

magnetische Polarität verliehen werden; dann wird die eine Stromrichtung den vorhandenen Magnetismus verstärken, die andere ihn schwächen. Elektromagnete dieser Art, denen durch Verbindung mit einem Stahlmagnet eine Polarität schon im stromlosen Zustande verliehen wird, heißen polarisiert im Gegensatz zu den neutralen Elektromagneten.

V. Induktion.

Grundbedingung der Induktion. Ein Stahlmagnet, ein Elektromagnet, ein vom Strom durchflossener Leiter irgend welcher Form sendet magnetische Kraft aus oder besitzt ein Kraftfeld, welches wir durch die magnetischen Kraftlinien darstellen.

Ein solches Feld möge das in Fig. 28 gezeichnete sein. Wir sehen nur die Kraftlinien, und es soll unentschieden bleiben,

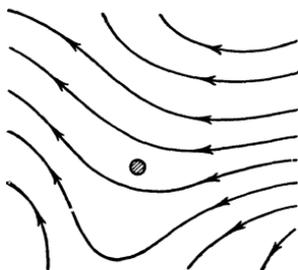


Fig. 28.

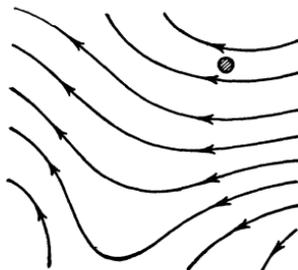


Fig. 29.

woher sie rühren. In diesem Feld befindet sich ein elektrischer Leiter, z. B. ein Draht, der auf der Ebene des Papiers senkrecht steht und sich daher nur in seinem Querschnitt als Kreis zeigt.

Solange alles in Ruhe bleibt, wird auch der Leiter nicht beeinflußt.

In Fig. 29 befindet sich der Leiter an einer anderen Stelle. Wir wissen nicht, wie er dahin gekommen ist; entweder ist er im Felde auf dem geraden Wege von seinem früheren an seinen jetzigen Ort verschoben worden, oder er hat dabei Umwege gemacht, oder auch, er ist in Ruhe geblieben, und das Feld ist verschoben worden. Aber wie dem auch sei, er befindet sich nun an einem anderen Orte, und es hat eine gegenseitige Verschiebung des Feldes und des Leiters stattgefunden.

Nun ist der Leiter wieder in Ruhe, und es findet deshalb so wenig, wie bei Fig. 28 irgend eine Wirkung statt.

Während der Bewegung aber liegt die Sache anders. Ob wir uns den Leiter ruhend, das Feld bewegt, oder umgekehrt denken, in jedem Falle bewegt sich die Kraft gegen den Leiter, die Verteilung des Magnetismus ändert sich gegen den Leiter, der Magnetismus fließt. Das Fließen des Magnetismus greift auf alle benachbarten Leiter über und bewegt auf diesen die Elektrizitäten; es wird auf jedem dieser Leiter eine EMK induziert. Drücken wir den Vorgang im Bilde der Kraftlinien aus, so sehen wir, daß während der Bewegung der Leiter und die Kraftlinien einander schneiden. Das ist der gewöhnlich gebrauchte Ausdruck, um die Bewegung im magnetischen Felde zu bezeichnen.

In einem Leiter, der magnetische Kraftlinien schneidet, wird eine elektromotorische Kraft induziert.

Arten der Induktion. Es ist nun zu betrachten, in welchen Fällen ein Leiter Kraftlinien schneidet.

1. Bewegung; ein Leiter bewegt sich im ruhenden magnetischen Felde, oder das magnetische Feld bewegt sich, während der Leiter ruht.

2. Änderung des Feldes; der das Feld erzeugende Magnet ändert seine Stärke, oder sein Anker wird bewegt, wodurch die Verteilung der Kraftlinien sich ändert.

3. Stromänderung; das Feld rührt von einem stromdurchflossenen Leiter oder Elektromagnet her. Alle Stromänderungen ändern die Verteilung der Kraftlinien; das Aufhören des Stromes läßt das Feld verschwinden, das Auftreten des Stromes läßt es wieder erscheinen.

Richtung der Induktion. Wir haben praktisch zwei Fälle zu unterscheiden, denjenigen, wo sich Leiter und Magnete gegeneinander bewegen, und den anderen, wo nur die Kraftlinien sich verschieben, während die Leiter in Ruhe bleiben.

Für den ersteren Fall kann man die Richtung der Induktion durch folgendes Hilfsmittel bestimmen. In Fig. 30 bedeuten die schraffierten Flächen Magnetpole, und zwar der linke, wo die Schraffierlinien stehen, wie der schräge Balken im N, einen Nordpol, der andere einen Südpol. Der zu induzierende Leiter, der vor dem Nordpol gezeichnet ist, wird noch besser dargestellt durch einen schmalen Schlitz in einem Stück

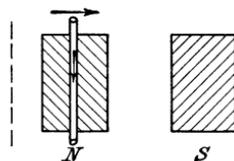


Fig. 30.

Papier, das man auf die Figur legt. Verschiebt man das Papier in der Richtung, in der sich der Leiter bewegt, so gleiten die Schraffierlinien in ihm entlang und geben damit die Richtung der Induktion an.

Man sieht leicht, daß diese Richtung vor dem Südpol entgegengesetzt wie vor dem Nordpol ist und daß mit der Umkehr der Bewegung auch der Sinn der Induktion wechselt.

Der Fall, wo keine körperliche Bewegung eintritt, wird gewöhnlich dann vorliegen, wenn zwei Leitungsdrähte auf einander wirken, von denen mindestens der eine Strom führt. Dafür gibt es folgende Regel:

Wenn in einem Draht der Strom entsteht oder zunimmt, so wird in benachbarten Drähten eine EMK induziert, welche der Richtung des induzierenden Stromes entgegengesetzt ist. Wenn im induzierenden Draht der Strom verschwindet oder abnimmt, so ist die Richtung der induzierten EMK derjenigen des induzierenden Stromes gleich.

Diese Regel gilt für Leitungen und für aufgespulte Drähte, sei es, daß sie einen Eisenkern umgeben, oder daß sie nur auf unmagnetischen Stoff gewickelt sind.

Stärke der Induktion. Die induzierte EMK steht im geraden Verhältnisse zur Länge des induzierten Leiters und zur Geschwindigkeit, mit der er die Kraftlinien schneidet. Rasche Bewegung, rasche Stromänderungen erzeugen starke Induktionen. Es kommt aber auch darauf an, wie der Leiter gegen die Kraftlinien steht. Bewegt man ihn z. B. die Kraftlinien entlang, so daß er keine schneidet, so wird auch nichts induziert; ebenso, wenn im Felde von rasch wechselnder Stärke die Kraftlinien sich immer dem Leiter entlang hin- und herbewegen. Am günstigsten ist es für die Induktion, wenn der Leiter von den Kraftlinien senkrecht geschnitten wird; denn dann kann er in einer bestimmten Zeit die meisten Kraftlinien schneiden.

Selbstinduktion. Bei einem Draht, in den ein Strom eintritt, entwickelt sich das magnetische Feld (s. Fig. 22) aus seiner Achse heraus; demnach schneiden alle Kraftlinien, die der Leiter erzeugt, ihn selbst und induzieren in ihm selbst eine EMK. Die Richtung und Stärke dieser Kraft ist nach dem Vorigen zu bestimmen; es ergibt sich hierfür folgende Regel:

Die durch Selbstinduktion hervorgerufene EMK ist stets so gerichtet, daß sie sich der induzierenden Stromänderung entgegenstellt.

Da die induzierte EMK durch die Menge der geschnittenen Kraftlinien bestimmt wird, so folgt zunächst, daß sie bei stärkerer Stromänderung größer ist. Außerdem ist leicht einzusehen, daß die Gegenwart des Eisens, weil sie die Bildung der Kraftlinien begünstigt, auch die Selbstinduktion erhöht.

Nimmt man nicht einen, sondern mehrere Drähte, z. B. eine Spule aus N Drähten, so ist die erzeugte Kraftlinienmenge N Mal so groß; es wird also in jedem Draht eine N Mal so große EMK induziert, in den N zusammen also eine N^2 Mal so große. Die Selbstinduktion einer Spule wächst mit dem Quadrate der Windungszahl.

Die Einheit der Selbstinduktion heißt Henry. Einfache Telegraphenleitungen (auch Kabelleitungen) haben, wenn sie aus Kupfer oder Bronze bestehen, etwa 0,003 Henry auf das Kilometer, für Eisen etwa das Vier- bis Fünffache. Bei Doppelleitungen ist die Selbstinduktion geringer, weil die Induktion aus dem zweiten Draht der Schleife ihr entgegenwirkt; sie beträgt z. B. für eine Doppelleitung aus 3 mm starkem Bronzedraht mit 20 cm Abstand der beiden Drähte 0,001 Henry auf 1 km. Für die Fernhörer ist das Verhältnis der Selbstinduktion zum Widerstand etwa 0,001, beim Morseapparat, Klopfer und ähnlichen zur Erzeugung von Bewegung hergestellten Apparaten durchschnittlich 0,03 bis 0,09, bei den Induktanzrollen höher, bis 0,2, je nach der Dicke der Bewicklung.

Die Selbstinduktion der Apparate zeigt sich z. B. bei Unterbrechung des Stromes in dem Öffnungsfunken. Die EMK der Selbstinduktion ist bei großer Windungszahl so hoch, daß sie den an der Unterbrechungsstelle hergestellten Luftzwischenraum zu durchbrechen vermag.

Verschiedene Fälle der Induktion. 1. Induktion durch Bewegung. a) Bewegter Leiter,

Dynamomaschine. Im magnetischen Felde z. B. eines Stahlmagnets oder Elektromagnets (Fig. 31) mit rund ausgebohrten Polschuhen bewegt sich ein Leiter parallel der Oberfläche der Polschuhe auf dem punktierten Kreise herum; in diesem Leiter werden elektromotorische Kräfte induziert. In der ge-

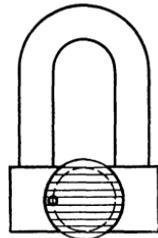


Fig. 31.

zeichneten Lage des Leiters ist die Induktion am stärksten, weil die Kraftlinien senkrecht und also am raschesten geschnitten werden. Bewegt sich der Leiter weiter, so schneidet er die Kraftlinien schräger, also langsamer; im obersten Punkte, wo er sich den Kraftlinien parallel bewegt, ist die Induktion Null.

Denken wir uns die zylindrische Fläche, die der Leiter bei seiner Bewegung beschreibt, der Achse parallel aufgeschnitten und eben ausgebreitet (abgewickelt), so erhalten wir Fig. 30, S. 41. Der Leiter bewegt sich von links nach rechts; tritt er rechts aus dem Bilde heraus, so tritt er am linken Rande sofort wieder ein. Man kann an Fig. 30 leicht verfolgen, wie die Richtung der EMK bei jeder Umdrehung zweimal wechselt, nämlich während der Leiter durch die Polzwischenräume geht.

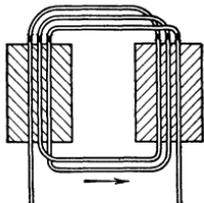


Fig. 32.

Fig. 32 zeigt, wie eine größere Länge des Leiters unterzubringen ist, um eine höhere EMK zu erzielen. Die Leiter werden so verbunden, daß ihre EM-Kräfte sich addieren.

Den bewickelten Teil dieser Maschine nennt man Anker. Man wickelt die zu induzierenden Leiter auf Eisen, weil das letztere den Raum zwischen den Polschuhen fast ganz ausfüllt und hierdurch der magnetische Widerstand des Kreises vermindert,

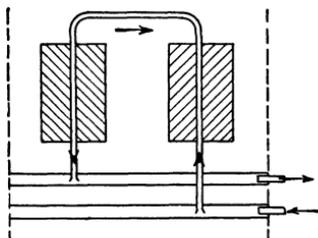


Fig. 33.

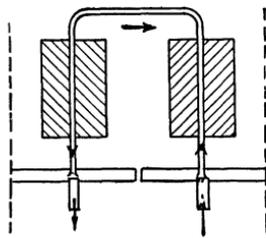


Fig. 34.

das Feld in dem verbleibenden Luftspalt zwischen Polfläche und Eisenkern des Ankers verstärkt wird.

Der induzierte Leiter wird durch Schleifringe und Kontaktfedern mit der äußeren Leitung verbunden (Fig. 33). Eine solche Maschine liefert Wechselstrom, d. h. einen Strom, der fortwährend Stärke und Richtung wechselt.

Verwendet man einen zweiteiligen Stromwender (Fig. 34), so erhält man im äußeren Kreise zwar Strom gleichbleibender Rich-

tung, weil in dem Augenblick, in dem die Richtung der Induktion in den Ankerleitern wechselt, auch die Verbindungen zum äußeren Stromkreis vertauscht werden; aber dieser Strom wechselt noch fortwährend in seiner Stärke.

Soll der Strom auch (wenigstens annähernd) gleiche Stärke haben, so muß man einen vierteiligen Stromwender anwenden, wie ihn Fig. 35 zeigt. Um den Vorgang zu verstehen, zeichne man die Polflächen, die Pfeilspitzen und die Stromabnahmebürsten der Fig. 35 auf ein besonderes Blatt,

die übrigen Linien auf ein Blatt Pauspapier und verschiebe das letztere in der Richtung des oberen Pfeiles; man wird in jeder Lage den Stromlauf leicht verfolgen können und sehen,

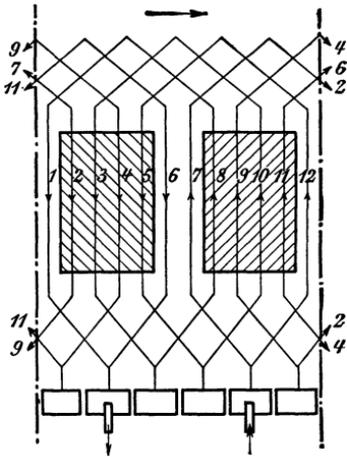


Fig. 35.

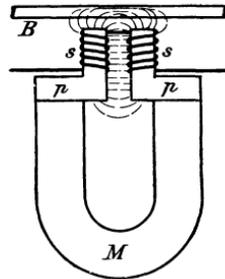


Fig. 36.

daß dabei keine erheblichen Änderungen der EMK eintreten können, weil die Lage der induzierten Leiter im Felde stets annähernd die gleiche bleibt.

b) Bewegtes Eisen. Statt den Leiter im Felde kann man auch das Feld gegen den Leiter bewegen. Das Letztere geschieht, wenn man den ganzen Magnet oder anderen Träger des Magnetfeldes bewegt; es geschieht aber auch schon, wenn man nur den magnetischen Kreis ändert.

Es sei in Fig. 36 M ein Stahlmagnet mit Polschuhen p aus weichem Eisen, welche Spulen aus Kupferdraht s tragen. Vor den Polschuhen befindet sich eine Scheibe B aus Weißblech (verzinnertes Eisenblech). Zur Zeit der Ruhe gehen die Kraftlinien vom Magnet durch die Polschuhe und durch die Blechscheibe in einer durch die Abmessungen des Apparates, besonders durch die Weite des

Luftspaltes bestimmten Verteilung. Wird durch eine äußere Kraft die Blechscheibe auf die Polschuhe hin bewegt, so verkleinert sich hierdurch der magnetische Widerstand nach der Blechscheibe hin, die Kraftlinien ziehen sich mehr nach der Scheibe; wird letztere von den Polschuhen entfernt, so geschieht das Umgekehrte. Die Kraftlinien bewegen sich also im Zwischenraum der Polschuhe und bis zur Blechscheibe hin auf und nieder, und ihre Bewegung induziert in den Spulen s elektromotorische Kräfte wechselnder Richtung.

Auf dieser Einrichtung beruht der Fernsprecher. Die Schallwellen, welche die Blechscheibe treffen, bewegen letztere im Zeitmaß der ankommenden Schwingungen auf die Polschuhe hin und wieder zurück; es werden also elektromotorische Kräfte induziert, welche ein elektrisches Bild des auf die Blechscheibe wirkenden Schalles sind.

Als Empfänger wirkt der Fernhörer auf elektromagnetischem Wege. Die eingehenden Wechselströme erzeugen in den Spulen s des Fernhörers wechselnde magnetische Kräfte, welche die gleichbleibende Wirkung des Stahlmagnets auf die Polschuhe p abwechselnd stärken und schwächen. Diesen wechselnden Magnetisierungen folgt die Blechscheibe, indem sie sich den Polschuhen bald nähert, bald von ihnen entfernt. Da der ankommende Strom ein Bild der ihn erzeugenden Schallwellen, die Bewegungen der Blechscheibe des Empfängers ein Bild des ankommenden Stromes sind, so folgt, daß die im Fernhörer erzeugten Bewegungen der Blechscheibe die beim Fernhörer ankommenden Schallwellen nachbilden.

2. Induktion durch Stromänderung. a) Induktion zwischen Telegraphenleitungen. Es seien mehrere Leitungen am gleichen Gestänge geführt; eine senkrecht zur Richtung der Leitungen gelegte Ebene schneidet die Leitungen, welche sich in Fig. 37 als kleine Kreise zeigen. Wenn in einer dieser Leitungen ein Strom fließt, so entsteht ein magnetisches Feld, welches die Leitung, wie in Fig. 22 dargestellt, in Form konzentrischer Kreise umgibt.

Die beim Eintritt des Stromes vom Leiter ausgehenden Kraftlinien schneiden die benachbarten Drähte; aber man sieht, daß die entfernteren Drähte nur von weniger Kraftlinien geschnitten werden, als die näheren. Hieraus folgt, daß die Induktion von

der Entfernung der beiden Drähte, des induzierenden und des induzierten, abhängt. Je größer diese Entfernung, desto geringer die Induktion. Aber die Stärke der Induktion nimmt weit langsamer ab, als die Entfernung wächst.

In Fig. 38 wird ein Leitungsstrang aus vier Leitungen von oben gesehen dargestellt. In *b* tritt ein Strom der angegebenen Richtung ein. Dann wird in dem gleichen Augenblick, d. h. während der Strom in *b* ansteigt, in jedem der anderen Drähte eine

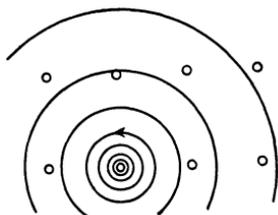


Fig. 37.



Fig. 38.

EMK induziert, welche die entgegengesetzte Richtung hat. Die Kraft in *a* ist am größten, die in *c* ist kleiner, die in *d* am kleinsten, entsprechend den verschiedenen Abständen von *b*.

Sind diese Leitungen an den Enden zur Erde geführt und enthalten sie Fernhörer, so vernimmt man die Induktion in letzteren.

Wenn nun aber *c* und *d* zu einer Doppelleitung vereinigt sind, so wirken in dieser die beiden erzeugten EM-Kräfte einander entgegen, wie Fig. 39 erkennen läßt, und es bleibt daher nur ihr

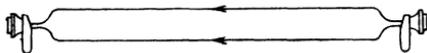


Fig. 39.

Unterschied wirksam, um Strom zu erzeugen. Dieser Unterschied ist um so geringer, je weiter die beiden Leitungen von der induzierenden entfernt und je näher sie einander sind. Eine solche Leitungsführung gibt demnach schon einen gewissen Schutz gegen Induktion, der bei geringerer Länge der Leitungen ausreicht.

Wenn auch *a* und *b* zu einer Doppelleitung gehören, wie Fig. 40 darstellt, so wird in diesen der gleiche Strom fließen, und er wird in *a* die entgegengesetzte Richtung wie in *b* haben. Nun werden in den Drähten *c* und *d* in jedem zwei EM-Kräfte induziert, im ganzen vier, welche durch die Pfeilspitzen 1 bis 4 angedeutet sind.

Von diesen rühren 1 und 3 von der Induktion aus der Leitung b, 2 und 4 aus Leitung a her. Die Kraft 1 ist die größte, 2 und 3 sind von mittlerer Stärke, 4 ist am kleinsten. No. 1 und 4 wirken im gleichen Sinne, 2 und 3 ihnen entgegen; es bleibt also nur noch der Unterschied, der im allgemeinen klein ist, kleiner als im vorigen Fall, so daß diese Anordnung schon besser wirkt, wie die vorige.

Ordnet man die vier Leitungen nach Fig. 41, so daß die Ebene der einen Schleife senkrecht steht auf der Ebene der anderen, so wird die Induktion noch geringer. Denn nun induziert a in c und d wegen des gleichen Abstandes gleiche EM-Kräfte, die im Stromkreis gegen einander wirken, b ebenfalls, und die übrigbleibende Induktion ist Null.

Daher hat man in Fällen, wo Doppelleitungen auf längere Strecken nebeneinander zu führen sind, in erster Linie dafür zu

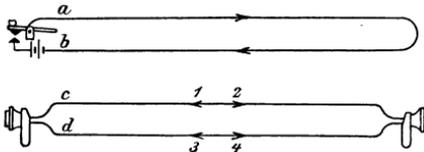


Fig. 40.

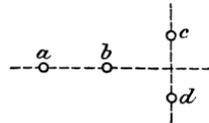


Fig. 41.

sorgen, daß die zusammengehörigen Drähte einer Schleife geringen Abstand von einander haben, dann, daß die Doppelleitungen untereinander größere Abstände erhalten, und schließlich, daß benachbarte Doppelleitungen mit ihren Ebenen senkrecht zu einander stehen.

Diese Bedingungen können oft nicht erfüllt werden. Es bleiben dann Induktionen übrig, die auf anderem Wege beseitigt werden müssen. Wenn z. B. neben einer Telegraphenleitung für Morsebetrieb, die bekanntlich stets eine einfache Leitung mit Erdrückleitung ist, eine Fernsprech-Doppelleitung geführt wird, so bleibt in letzterer eine Induktion übrig, welche daher rührt, daß der eine Leitungszweig der induzierenden Leitung näher liegt und daher stärker induziert wird, als der andere. Auch dafür gibt es noch eine Abhilfe, indem man die induzierte Schleife nach Fig. 42 kreuzt. Man sieht, daß jetzt in der Schleifenleitung 4 EM-Kräfte induziert werden, von denen 1 und 2 größer sind, als 3 und 4. Wenn die Kreuzung in der Mitte stattfindet, so sind

die Kräfte 1 und 2 einander gleich, ebenso 3 und 4 untereinander. Im Stromkreis wirken nun 1 und 2 gegeneinander, heben sich also auf, ebenso 3 und 4, und es bleibt keine Induktion übrig.

Diese Maßregel wird vielfach verwendet. Jeder Abschnitt der Linie, in dem die Zahl der Leitungen am Gestänge sich nicht ändert, muß für sich behandelt werden. Sind mehrere Fernsprech-Doppelleitungen an dem Gestänge, so werden auch diese gegeneinander durch Kreuzen zu schützen sein.

Besonders wirksam gegen Induktion von und nach außen ist die schraubenförmige Führung, die man bei den Fernsprech-Doppel-

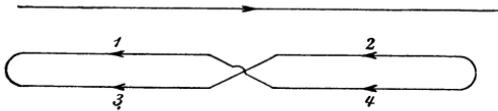
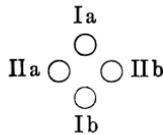


Fig. 42.

kabeln anwendet. Man verdreht entweder die beiden zur Doppelleitung gehörigen Drähte mit einander und verseilt diese Doppeldrähte zum Kabel; oder man verseilt zwei Doppeladern in der Viererstellung



mit einander und mehrere solche Paare von Doppeladern zum Kabel.

Die mit einander verseilten Drähte liegen einer äußeren Leitung gegenüber alle gleich, da sie nach einander dieselben Lagen durchlaufen.

Die schraubenförmige Führung wird auch für oberirdische Leitungen verwandt; stehen an der ersten Stange die Leitungen in der Folge: $\begin{matrix} I_a & II_a \\ II_b & I_b \end{matrix}$, so haben wir an der zweiten die Stellung $\begin{matrix} II_b & I_a \\ I_b & II_b \end{matrix}$ an der dritten $\begin{matrix} I_b & II_b \\ II_a & I_a \end{matrix}$.

Bei den bisherigen Betrachtungen waren die aufeinander wirkenden Leitungen parallel angeordnet. Es möge nun in Fig. 43 a die induzierende Leitung sein, welche feststeht, b die darunter liegende induzierte, der wir beliebige Lagen gegenüber a geben können. Lassen wir zunächst b parallel zu a; beim Eintritt des

Stromes schneidet eine gewisse Menge Kraftlinien die Leitung *b*. Drehen wir nun *b*, so sieht man, daß die Stellung von *b* ungünstiger für das Schneiden der Kraftlinien wird. Auch werden bei gleichbleibender Länge von *b* mit wachsendem Winkel die wirksamen Längen von *a* immer geringer. Schließlich, bei senkrechter Kreuzung, hört die Induktion auf, weil die Leitung *b* den Kraftlinien von *a* parallel liegt, so daß sie von ihnen überhaupt nicht geschnitten wird.

Wenn Leitungen einander im Winkel kreuzen, so ist die Induktion von diesem Winkel abhängig. Sie ist am größten, wenn die Leitungen parallel laufen, und gleich Null, wenn sie zu einander rechtwinklig stehen.

b) Induktionsapparate. Da die Induktion auf der Wirkung der Kraftlinien beruht, wählt man Eisen als Grundlage der

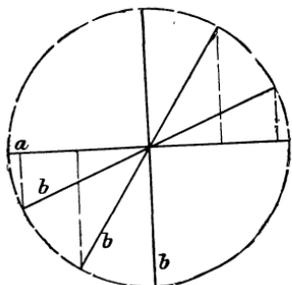


Fig. 43.

Konstruktion, und zwar gutes Schmiedeeisen. Wenn der Kern aus einem vollen Eisenstück hergestellt wird, so induziert der in der Bewickelung fließende Strom während seiner Änderungen auch im Metall des Kernes Ströme, die hier in kurz geschlossenen Bahnen verlaufen. Sie erzeugen Wärme, was einen Verlust bedeutet, und wirken in magnetischer Beziehung den Strömen in der Bewickelung entgegen. Solche Ströme nennt

man Wirbel- oder Foucaultsche Ströme. Um ihre Bildung zu vermeiden, wird das Eisen entweder in Form von Draht oder von Blech angewandt. Letzteres ist im magnetischen Sinne besser, weil man mehr Eisen in den gleichen Raum bringt, als mit Draht; doch lassen sich die meisten kleineren Apparate besser mit Hilfe von Eisendraht bauen. Eisenblech verwendet man gewöhnlich erst bei größeren Apparaten, wie sie in der Starkstromtechnik gebraucht werden.

Die Leitungsdrähte, welche aufeinander wirken sollen, der induzierende oder primäre und der induzierte oder sekundäre, werden parallel zu einander auf den Kern gewickelt. In der Regel gehören die beiden Drähte verschiedenen Stromkreisen an, die von einander gut isoliert sein sollen. Um dies zu erreichen, wird erst der eine Draht aufgewickelt, mit Isolation gut umhüllt, und dann der zweite Draht darüber gebracht.

Den Eisenkreis schließt man meist vollständig; manchmal läßt man aus Gründen des Baues einen kleinen Luftraum im Kraftlinienweg.

Die Wirkungsweise eines Induktionsapparates ist folgende (Fig. 44): Lassen wir in die primäre Wickelung I den Strom J_1 eintreten, so entstehen im Eisenkern Kraftlinien, die sich in den äußeren Raum fortsetzen (wie in Fig. 24), und die während ihres Entstehens, da sie auch die sekundäre Wickelung II schneiden, hier eine EMK induzieren. Nach Seite 42 umfließt der von dieser hervorgebrachte Strom

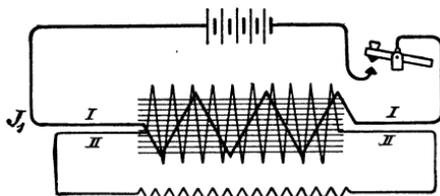


Fig. 44.

den Eisenkern im entgegengesetzten Sinne, wie der primäre Strom. Nimmt jetzt der letztere wieder ab, so wird in der sekundären Wickelung ebenso eine EMK induziert, diesmal aber von der Richtung des verschwindenden primären Stromes, also dem vorherigen sekundären Strom entgegengesetzt.

Während man demnach den primären Strom gleichbleibender Richtung mit der Taste schließt und öffnet, erhält man als sekundären einen Wechselstrom.

Die induzierte EMK ist um so höher, je größer die sekundäre Windungszahl und je stärker der primäre Strom ist.

Ein Induktionsapparat mit nur einer Wickelung wird benutzt, wenn man eine hohe Selbstinduktion im Stromkreise braucht. Die vom Strom erzeugten Kraftlinien induzieren während jeder Stromänderung im eigenen Kreise eine EMK; vgl. Seite 42. Solche Apparate heißen Induktanzrollen, auch Drosselspulen, Gegenstromrollen, Graduatoren.

VI. Der veränderliche elektrische Strom.

A. Stromquelle von gleichbleibender Spannung.

Lade- und Entladestrom eines Kondensators. Fig. 45. Wenn die Leitung durch einen Kondensator unterbrochen ist, so wird der letztere im Augenblicke des Stromschlusses geladen. Positive Elektrizität strömt vom $+$ -Pole der Batterie über die Leitung zur einen Belegung, negative einerseits vom anderen Pol der Batterie zur Erde und andererseits von der Erde zur zweiten Belegung des

Kondensators. Der Vorgang spielt sich ab, als wenn der Kondensator durch einen Leitungsdraht überbrückt wäre. Die Stromstärke richtet sich im ersten Augenblick nach den Leitungswiderständen, die außerhalb des Kondensators vorhanden sind; die Elektrizität aus der Stromquelle fließt in den leeren Kondensator, ähnlich wie Wasser in einen leeren Behälter strömt. In dem Maße, wie der Kondensator sich lädt, steigt seine Spannung, und die Überspannung der Batterie und der Ladestrom werden geringer, bis schließlich die Spannung am Kondensator gleich der der Batterie geworden ist. Dann ist der erstere geladen, und der Ladestrom hört auf.

Läßt man nun die Taste los, so wird die Leitung mit dem geladenen Kondensator beiderseits geerdet; der letztere wird sich entladen, und zwar wird im ersten Augenblick seine Spannung noch die der ladenden Batterie sein, also auch einen hohen Strom

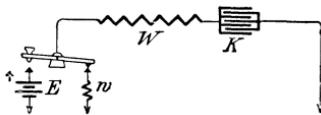


Fig. 45.

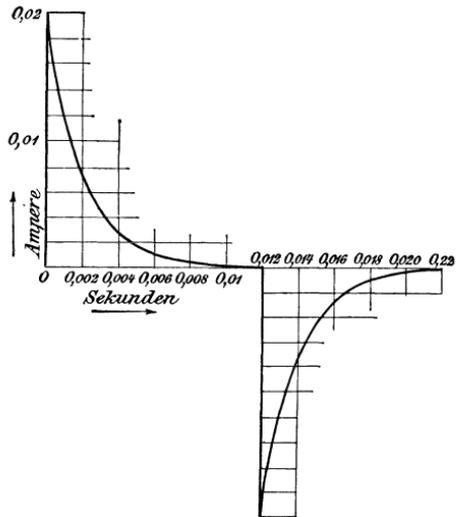


Fig. 46.

erzeugen, so hoch wie vorher der Ladestrom im ersten Augenblick, aber von der entgegengesetzten Richtung. Der Widerstand w ist dem inneren Widerstand der Batterie gleich. Bei fortschreitender Entladung nimmt die Spannung rasch ab und damit auch der Strom; beide werden schließlich gleich Null.

Fig. 46 stellt diesen Vorgang dar; es wird angenommen:

$$E = 20 \text{ V}, W = 1000 \text{ Ohm}, K = 2 \text{ Mikروفarad.}$$

Die Ladung setzt mit 0,02 Ampere ein und ist nach 0,01 Sekunde nahezu beendet; nach 0,012 Sekunde wird die Taste losgelassen, und es spielt sich nun die Entladung ab.

Magnetisierung und Entmagnetisierung eines Elektromagnetes. Legen wir in die Leitung einen Elektromagnet, Fig. 47,

so stellt sich nach Seite 43 die Selbstinduktion des letzteren dem Anwachsen des Stromes als Hemmnis entgegen.

Dieses Hemmnis ist im Anfang, wenn der Strom von Null anwächst, am größten und nimmt allmählich ab, wenn der Strom sich seinem Grenzwerte, Beharrungswert, nähert, vgl. Fig. 48. Während dieses Vorganges ist der Apparat A magnetisiert worden; dazu mußte elektrische Arbeit aufgewendet werden, indem die kleinsten Eisenteilchen gegen die Koerzitivkraft gedreht wurden. Diese Arbeit ist im Magnet aufgespeichert. Man kann demnach sagen, der Apparat sei magnetisch geladen worden.

Der Magnetismus verschwindet, sobald wir die Taste loslassen. Aber die magnetisch aufgespeicherte Energie kann nicht einfach vergehen; wenn die Kraftlinien verschwinden, so wird nach Seite 41 zugleich in der Bewickelung des Apparates eine EMK induziert, welche die Richtung des verschwindenden Stromes hat.

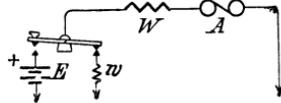


Fig. 47.

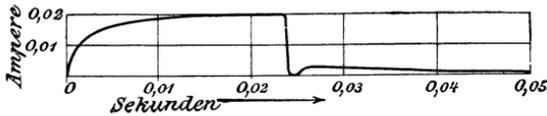


Fig. 48.

Sie erzeugt in dem geschlossenen Stromkreis einen Strom, welcher im Widerstand des Kreises nach dem Jouleschen Gesetz in Wärme verwandelt wird. Diese wird an die Umgebung abgeführt.

Fig. 48 zeigt den elektrischen Vorgang. Anfangs steigt der Strom langsam an, erreicht den Beharrungswert und nimmt beim Loslassen der Taste im ersten Augenblick, während der Schwebelage der Taste, sehr rasch ab. Nachdem aber die Taste die Ruhelage erreicht hat, kommt der vom verschwindenden Magnetismus induzierte Strom noch zur Geltung.

Geltung des Ohmschen Gesetzes. Die im Vorigen betrachteten Vorgänge haben das Gemeinsame, daß sie in hohem Maße von der Zeit abhängen. Dies findet aber im Ohmschen Gesetz keinen Ausdruck. Demnach gilt das Gesetz nicht für die Zeit, während deren sich Ladung und Entladung von Kondensatoren und Elektromagneten vollziehen, sondern nur für den Beharrungszustand, der sich nicht mit der Zeit ändert.

Die Zeit des veränderlichen Zustandes ist bei gleichbleibender Spannung der Stromquelle meist sehr kurz, ihre Dauer hängt davon ab, ob die Ladevorgänge erheblich sind. Wenn der Widerstand des Stromkreises sehr beträchtlich, Selbstinduktion oder Kapazität oder beides dagegen sehr gering sind, so sind die Abweichungen vom Ohmschen Gesetz nur unbedeutend. Das gilt z. B. für oberirdische Telegraphenleitungen mit wenigen Apparaten. Bei Kabelleitungen von größerer Länge dagegen ist die Kapazität groß, so daß beim betriebsmäßigen Telegraphiren der Beharrungszustand überhaupt nicht erreicht wird.

Ladespannung. Der Kondensator wirkt bei der Ladung so, als wenn er eine EMK von der Richtung des Ladestromes besäße, gewissermaßen einen Vorspann, der Elektromagnet dagegen wie ein Hemmnis. Bei der Entladung sind beide entgegengesetzt; die Spannung des Kondensators hat die dem verschwindenden Strom entgegengesetzte, die des Elektromagnets die ihm gleiche Richtung. Die erstere beschleunigt also das Verschwinden des Stromes, wirkt demnach auch hier wie ein Vorspann, die letztere verzögert den Strom, ist also wieder ein Hemmnis.

Diese angenommenen Spannungen wollen wir Ladespannungen nennen; mit ihrer Hilfe kann man sich in verwickelteren Stromkreisen mit Kapazität und Selbstinduktion leicht zurechtfinden.

Scheinbarer Widerstand. Der Kondensator wirkt auch so, als sei im Augenblick des Stromschlusses sein Widerstand Null und wachse in kurzer Zeit auf einen sehr hohen Wert; ebenso bei der Entladung. Der Elektromagnet scheint im Augenblick des Stromschlusses einen sehr hohen Widerstand zu haben, der aber in kurzer Zeit auf den Leitwiderstand zurückgeht. In manchen Betrachtungen dient auch dieser Begriff des „scheinbaren Widerstandes“ zur Erleichterung.

Der elektrische Vorgang in einer Telegraphenleitung. (Fig. 49). Eine elektrische Leitung besitzt Leitwiderstand, Isolationswiderstand, Kapazität und Selbstinduktion. Die Figur stellt diese Eigenschaften schematisch dar; die Unvollkommenheit der Isolation wird durch die zur Erde führenden Ableitungen angegeben, die Kapazität durch die zwischen Leitung und Erde geschalteten Kondensatoren, die Selbstinduktion der Leitung durch die kleinen Drahtwindungen, welche in jene eingezeichnet sind. Die

Ableitung ist bei einer gut unterhaltenen Leitung in der Regel gering und braucht uns hier nicht zu beschäftigen.

Schließen wir den Strom, so haben wir nach dem Vorigen bei jeder Selbstinduktion eine Ladenspannung gegen den Strom, bei jedem Kondensator eine Ladenspannung mit dem Strom anzunehmen.

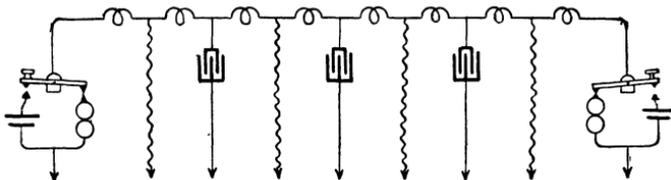


Fig. 49.

Bei oberirdischen Leitungen sind beide meist klein und kommen für den gewöhnlichen Telegraphenbetrieb nicht in Betracht (wohl aber für den Fernsprechtbetrieb, vgl. Seite 60). Bei Kabelleitungen überwiegen die Kondensatorspannungen beträchtlich.

Es strömen also in die Kondensatoren Ladungen ein, der Strom am gebenden Ende, der abgehende Strom schwillt sofort gewaltig an. Von diesem Strom kommt aber zuerst sehr wenig an das empfangende Ende, weil fast die ganze Elektrizität in den Kondensatoren unterwegs bleibt. Langsam nur, in dem Maße, wie die Leitung sich lädt, steigt auch der Strom am empfangenden Ende, der ankommende Strom.

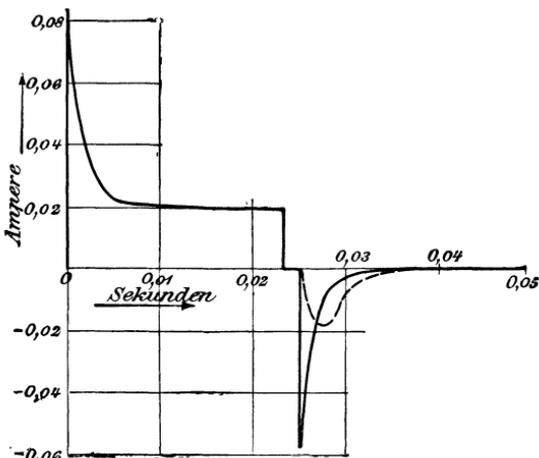


Fig. 50.

Die Kurve des abgehenden Stromes (Fig. 50) ähnelt der in Fig. 46 dargestellten. Man sieht die hohe Ladespitze; nach kurzer Zeit fällt der Strom auf den Beharrungswert. Bei Stromunterbrechung erhält man die aus Fig. 46 bekannte Entladungskurve, welche bei langen Kabeln in die punktierte Kurve übergeht. Die Kurve des ankommenden Stromes zeigt Fig. 51; auch hier wird

der Beharrungswert, und zwar der gleiche, wie beim abgehenden Strom erreicht. Bei Stromunterbrechung unterhält die Ladung des Kabels noch eine Weile den Strom. Längere Kabel geben Kurven ähnlich wie die punktierte.

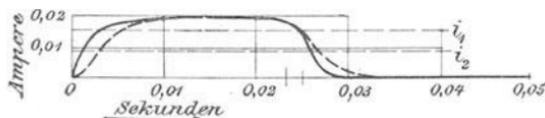


Fig. 51.

Ansprechen der Telegraphenapparate. Der in Fig. 51 dargestellte ankommende Strom dient zum Betrieb des Empfangsapparates. Der letztere möge bei der Stromstärke i_1 ansprechen, d. i. seinen Anker anziehen, wenn der Strom von einem niedrigen Werte zu i_1 ansteigt; dann läßt er ihn erst bei einem erheblich schwächeren Strom i_2 wieder los, weil jetzt der Anker so viel näher liegt.

Beim Telegraphieren kann man nicht warten, bis der Strom von i_2 aus zu Null abgenommen hat; man beginnt vielmehr schon vorher ein neues Zeichen. Die Kurve des ankommenden Stromes erhält dann eine Gestalt wie in Fig. 52 dargestellt.

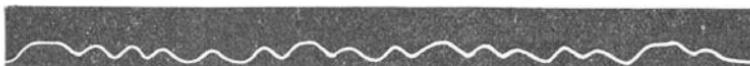


Fig. 52.

Sollen diese Zeichen von einem Relais aufgenommen werden, so muß es möglich sein, eine gerade Linie so zu legen, daß sie alle Kurvenspitzen schneidet.

Die Geschwindigkeit des Telegraphierens hängt davon ab, daß die Kurven rasch ansteigen und abfallen, daß sie steil sind. Die flache Form rührt wesentlich von der Kapazität der Leitung her.

Telegraphische Hilfsschaltungen. Da die Ladespannungen in Kondensatoren und Selbstinduktionen entgegengesetzt sind, kann man manchmal die eine benutzen, um die unangenehmen Wirkungen der anderen zu bekämpfen. Besonders dienen solche Schaltungen dazu, die Kurve des ankommenden Stromes steiler zu machen.

1. Maxwellsche Erde. Fig. 53. Wenn am Ende einer Telegraphenleitung ein Apparat A mit großem Widerstand und großer

Selbstinduktion liegt, so haben wir für ihn eine Ladespannung e_1 gegen den Telegraphierstrom anzusetzen. Um diesen auszugleichen, bringen wir dahinter einen Kondensator K , dessen Ladespannung e_2 mit dem Strom geht. Man sieht aber sogleich, daß dann der Beharrungswert des Stromes Null sein würde; daher legen wir neben den Kondensator noch einen hohen Widerstand W , der die Stromleitung übernimmt. Es muß nun allerdings die Linienbatterie so stark gewählt werden, daß trotz des großen Widerstandes W der Telegraphierstrom von z. B. $J = 0,008$ Ampere erreicht wird. Im Augenblick des Stromschlusses aber ist W ausgeschaltet (weil dann K wie ein widerstandsloser Draht wirkt), und die hohe Spannung kann nun sehr rasch die Selbstinduktion des Apparates A überwinden.

2. Nebenschluß mit hoher Selbstinduktion, Induktanzrollen. An eine Kabelleitung (Fig. 54) mit großer Kapazität

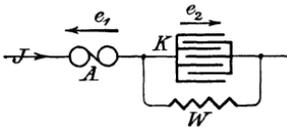


Fig. 53.

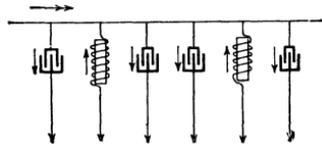


Fig. 54.

azität legt man an passend gewählten Stellen, sowohl an den Enden, als an Übertragungen und bei langen Leitungen auch an Zwischenstellen Elektromagnete mit hoher Windungszahl und daher großem Widerstand und großer Selbstinduktion in Abzweigung von der Leitung zur Erde. Wenn nun ein Strom von der links beigesetzten Richtung in die Leitung eintritt, so haben die Kondensatoren und die Induktanzrollen Ladespannungen von der Richtung, welche durch die kleinen einfachen Pfeile angegeben wird. Man sieht, daß der Vorgang sich so abspielt, als wenn während der Ladung und Entladung die Induktanzrolle den Ladestrom für die Kondensatoren liefert, und umgekehrt. Die so ausgerüstete Kabelleitung verhält sich bei guter Abgleichung der Induktanzrollen annähernd wie eine Leitung ohne Kapazität und Selbstinduktion, erlaubt demnach sehr rasches Arbeiten.

3. Schutz gegen seitliche Induktion. Fig. 55. Der starke abgehende Strom einer Kabelleitung ist leicht im stande, durch Induktion in Nachbaradern zu stören. Es mögen L_1 und L_2 zwei Adern eines Kabels sein; die starke Pfeilspitze zeigt den in

der einen Leitung L_1 abgehenden Strom an, die einfachen kleinen Spitzen geben die elektromagnetische Induktion in L_2 an, während die doppelte Spitze die Ladespannung des Kondensators K ist, der als Induktionsschutz zwischen die beiden Adern geschaltet wird. Ein Verzögerungswiderstand w verbessert die Abgleichung.

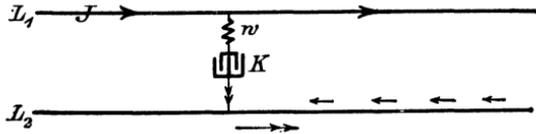


Fig. 55.

B. Stromquelle von veränderlicher Spannung. Wechselstrom.

Periodische Vorgänge. Unter den Stromquellen mit veränderlicher Spannung sind die bei weitem wichtigsten diejenigen, welche Wechselstrom erzeugen.

Die EMK einer solchen Wechselstromquelle läßt sich nach Fig. 56 darstellen. Handelt es sich z. B. um den Wechselstrom-

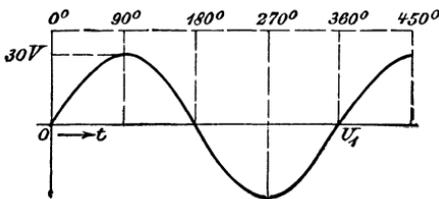


Fig. 56.

induktor eines Fernsprechgehäuses, so tragen wir von t bis U_1 die Zeit einer ganzen Umdrehung des Induktors $= 360^\circ$ auf, und senkrecht dazu die Spannungen. Die Spannung beginnt mit Null, steigt in der einen Richtung bis zu einer gewissen Höhe (Scheitelwert), z. B. 30 Volt, an, welche sie nach einer Vierteldrehung (90°) erreicht, nimmt bis zum Ende der zweiten Vierteldrehung (180°) zu Null ab, ändert dann die Richtung und wächst in der nächsten Vierteldrehung (270°) in dieser zweiten Richtung wieder auf 30 Volt, worauf sie im letzten Viertel wieder auf Null sinkt, um alsdann bei weiterer Drehung die vorher geschilderten Zustände genau zu wiederholen. Die Zeit, welche die EMK gebraucht, um von einem bestimmten Zustand wieder genau in denselben zurückzukehren, z. B. vom positiven Scheitelwert wieder zum positiven Scheitelwert, nennt man eine Periode. Während einer Periode finden zwei Richtungswechsel oder kurz Wechsel statt. Die Zahl der Perioden in der Sekunde heißt Frequenz.

Die Spannung beginnt mit Null, steigt in der einen

Verschiedene Frequenzen. Der in der Starkstromtechnik zur Beleuchtung und zum Motorenbetrieb in der Regel verwendete Wechselstrom hat etwa 25 bis 50 Perioden in der Sekunde.

Der Strom der Gleichstrommaschinen ist nach Seite 45 kein vollkommen gleichmäßiger; während der Zeit, in der ein Kommutatorteil unter den Bürsten hindurchgeht, macht die EMK und damit auch der Strom eine kleine Schwingung; die Frequenz dieser Schwingungen beträgt etwa einige Hundert in der Sekunde.

Die von Tesla mit einer gewissen Schaltung von Kondensatoren und Induktionsapparaten erzeugten Stromschwingungen weisen viele tausende, ja hunderttausende Perioden in der Sekunde auf, während die jetzt bei der Funkentelegraphie verwendeten Hertz'schen Wellen etwa eine Million Perioden in der Sekunde haben.

Der Kurbelinduktor des Fernsprechgehäuses liefert bei der üblich raschen Drehung (3 Kurbeldrehungen in der Sekunde) etwa 25 Perioden, der Polwechsler etwa 15 Perioden.

Die Fernsprechströme sind Wechselströme, deren Frequenz zwischen etwa 50 und 5000 liegt.

Einfache und zusammengesetzte Schwingungen. Die tatsächlich vorkommenden Schwingungen sind selten von der in Fig. 56 gezeichneten einfachen Gestalt. Aber auch die verwickeltesten Schwingungen lassen sich in einfache Schwingungen zerlegen; man kann sie sich aus letzteren zusammengesetzt denken. Daher gilt das, was für einfache Schwingungen gefunden wird, stets auch für alle Schwingungen, wenn man den Einfluß der Zusammensetzung berücksichtigt.

Kapazität und Selbstinduktion im Wechselstromkreise.

In Fig. 57 sei J der in die Leitung fließende Wechselstrom, K ein Kondensator. Da der Strom nie seinen Beharrungszustand erreicht, haben wir im Kondensator stets eine Ladespannung, welche während der Stromzunahme dem Strom gleich gerichtet,

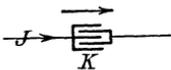


Fig. 57.

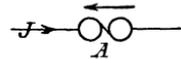


Fig. 58.

während der Stromabnahme dem Strom entgegengesetzt gerichtet ist. Sie wirkt, wie wir auf Seite 54 gesehen haben, wie ein Vorspann, so daß also der Strom stärker erscheint, als wenn an Stelle des Kondensators ein kurzes Drahtstück eingeschaltet wäre.

In Fig. 58 sei statt des Kondensators ein Elektromagnet M mit Selbstinduktion eingeschaltet. Die Ladespannung wirkt als

Hemmnis, der Strom J erscheint geringer, als wenn statt M ein gleich großer Drahtwiderstand eingeschaltet wäre. (Die Selbstinduktion drosselt den Strom.) Die Wirkung der Selbstinduktion drückt man auch häufig durch den scheinbaren Widerstand aus. Ein Wechselstrom von einfacher Gestalt und n Perioden in der Sekunde findet in einem Elektromagnet vom Leitwiderstande W und der Selbstinduktion H einen scheinbaren Widerstand von

$$W_s = \sqrt{W^2 + (2\pi n H)^2}.$$

Für Telegraphenapparate aller Art hat $H/W = Z$ (Zeitkonstante) einen Wert, der vom magnetischen Kreis und der Dicke der Wickelung abhängt. Hierdurch wird

$$W_s = W \cdot \sqrt{1 + (2\pi n Z)^2},$$

z. B. für $Z = 0,08$ (Morseapparat)

$$W_s = W \cdot \sqrt{1 + 0,25 n^2}$$

für $Z = 0,16$ (Induktanzrollen)

$$W_s = W \cdot \sqrt{1 + n^2}.$$

Für langsame Schwingungen unterscheidet sich demnach W_s nicht sehr beträchtlich von W . Ist aber $n = 100$, so wird der Wert der Wurzel im ersten Fall etwa 50, im zweiten etwa 100, also der scheinbare Widerstand 50 bez. 100 Mal so hoch wie der Leitwiderstand.

Eine Telegraphen- oder Fernsprechleitung mit der nach Fig. 49 seitlich angelegten Kapazität zeigt die Unterschiede des abgehenden und ankommenden Stromes auch bei Wechselstrom. Bei den hohen Frequenzen der Fernsprechströme wirkt besonders die Kapazität der Leitung so, daß der abgehende Strom stark, der ankommende dagegen nur schwach ist; besonders werden die hohen Töne, welche der Sprache ihren Charakter geben, stark gedämpft. Durch Einschaltung von Spulen mit Selbstinduktion in die Leitung kann man diese schädliche Wirkung ausgleichen; vgl. oben und S. 57.

Vierter Abschnitt.

Der Schall.

Wesen des Schalles. Der Schall besteht in einer raschen, meist hin und her schwingenden Bewegung der Körperteilchen. Die Bewegungen einer tönenden Glocke oder Saite kann man sehen und fühlen. Ganz langsame und außerordentlich rasche Bewegungen

sind nicht hörbar; vielmehr hört man nur Bewegungen, deren Geschwindigkeit einem mittleren Gebiete angehört.

Der Schall besteht in einer longitudinalen oder Längsbewegung der Teilchen, d. h. die Teilchen bewegen sich in derselben Richtung hin und her, in der sich die Bewegung fortpflanzt. Um sich dies vorzustellen, benutze man Fig. 59 und ein Blatt starken Papiers mit dem in der Figur oben angegebenen Schlitz. Zieht man das Papier ziemlich rasch über die Figur, so daß der Schlitz darüber gleitet, so scheinen sich die im Schlitz erscheinenden Punkte zu bewegen*). Man sieht, daß die Bewegung in einer Verdichtung und Verdünnung des Stoffes besteht, indem die Teilchen einander näher rücken oder sich von einander entfernen.

Die Geschwindigkeit, mit der sich eine solche Verdichtung in der Luft fortpflanzt, beträgt etwa 330 m in der Sekunde; in den flüssigen und festen Körpern ist sie größer. Die letzteren leiten auch den Schall besser fort, als die Luft.

Der Schall wird an der Grenze zweier verschiedener Mittel, z. B. der Luft und eines bewaldeten Bergs oder einer Felswand, zurückgeworfen (reflektiert): Widerhall, Echo. Dasselbe findet auch an den Wänden der Zimmer statt.

Arten des Schalles. Der Ton. Man bezeichnet den Schall je nach seiner Eigentümlichkeit mit verschiedenen Namen, Knall, Knistern, Rasseln, Rauschen u. a. m. Die verschiedenen Eindrücke, die das Ohr empfängt, beruhen auf der Art, wie die Luftteilchen

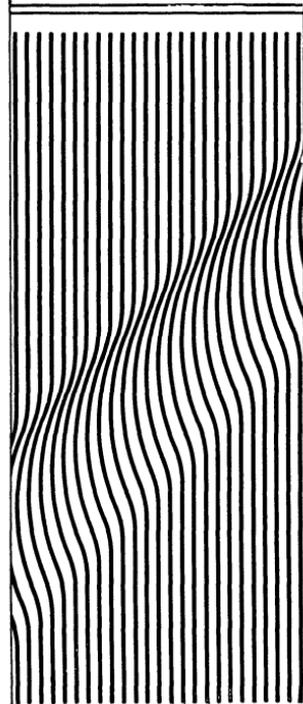


Fig. 59.

*) Richtiger wäre es, die Zeichnung unter dem Schlitz zu bewegen: das im Schlitz erscheinende soll eine im ganzen feststehende Punktreihe darstellen, deren einzelne Teilchen hin- und herschwingen.

schwingen; beim Knall ist es z. B. eine einzige große und sehr heftige Bewegung, beim Knistern zahlreiche auf einander folgende schwächere Stöße u. s. w. Alle diese mehr oder minder unregelmäßigen Arten des Schalles faßt man unter der Bezeichnung Geräusch zusammen.

Von diesen unterscheidet sich der Ton; er ist eine regelmäßige Bewegung, die darin besteht, daß die Teilchen Schwin-



Fig. 60.

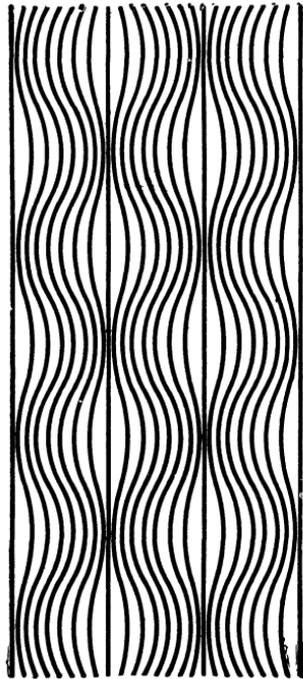


Fig. 61.

gungen um eine mittlere Lage ausführen, Schwingungen, die in einer gewissen gesetzmäßigen Art gebildet sind und sich in genau gleichbleibender Weise eine Zeit lang wiederholen. Fig. 60 zeigt hinter dem bewegten Schlitz eine solche Bewegung. Gelangt die schwingende Bewegung an die Grenze der Luft z. B. gegen die Zimmerwand, so wird sie hier zurückgeworfen. Die ursprüngliche und die zurückgeworfene Bewegung setzen sich zu einer eigentümlichen Schwingungsform, der stehenden Welle (Fig. 61, zu benutzen wie Fig. 59 und 60) zusammen. Bestimmte Punkte der

Welle sind dauernd in Ruhe (Knoten), dazwischen findet die stärkste Bewegung in den Bäuchen statt.

An einem Ton unterscheidet man seine Höhe und seine Stärke. Die erstere wird durch die Geschwindigkeit der Schwingungen bestimmt. Der tiefste hörbare Ton hat etwa 16 Schwingungen in der Sekunde, das Stimm-A deren 435, die höchsten musikalisch verwendeten Töne 4000; Töne von etwa 20 000 Schwingungen werden von manchen Menschen schon nicht mehr gehört, 40 000 ist etwa die obere Grenze des Hörbaren. Die Stärke des Tones wird bestimmt durch die Schwingungsweite der schwingenden Teilchen.

Klangfarbe. Obertöne. Derselbe musikalische Ton, von verschiedenen Instrumenten angegeben, z. B. menschliche Stimme, Klavier, Geige, Flöte, Horn, klingt je nach dem Instrument verschieden; dies unterscheidende Eigentümliche des Klanges nennt man Klangfarbe. Es rührt daher, daß die erzeugten Töne niemals einfach, sondern stets mit anderen höheren Tönen vermischt sind, und zwar mit solchen, die ganzzahlige Vielfache der Schwingungszahl des tieferen Grundtones haben. Man nennt sie Obertöne. Je nachdem einige dieser Obertöne stärker hervortreten, während andere schwach sind oder fehlen, bestimmt sich die Klangfarbe.

Tonerreger. Zur Erzeugung von Schallschwingungen, seien es nun Töne oder weniger regelmäßiger Schall, z. B. Sprachlaute, dienen stab- oder plattenförmige Körper. Zu den Stäben gehören die Saiten, z. B. im Klavier, der Violine, der Harfe, und die Pfeifen, deren schwingender Teil eine Luftsäule (Lippenpfeifen, z. B. Flöte) oder eine Metall- oder andere Zunge (Zungenpfeifen, Blechinstrumente) ist; die Zungen sind schmale Blechstreifen, die am einen Ende eingespannt werden. Auch die Stimmgabel ist ein Stab, und zwar ein gebogener. Eine tönende ebene Platte ist das Trommelfell auf Trommel, Pauke oder Becken; im Mikrophon und Fernsprecher, werden ebene Platten (Membranen) verwendet, welche entweder dazu bestimmt sind, Schallwellen aus der Luft aufzunehmen oder solche Wellen in der Luft zu erzeugen. Die Glocken sind gebogene Platten.

Diese Körper werden an bestimmten Stellen festgehalten und schwingen in stehenden Wellen, deren Knoten an den festgehaltenen Stellen, deren Bäuche zwischen letzteren oder an einem freischwingenden Ende liegen.

Eigenton. Jeder Körper, der in Schwingungen versetzt werden kann, besitzt eine „Eigenschwingung“. Wird z. B. ein Pendel angestoßen, so führt es Schwingungen von einer bestimmten, nur von seinen eigenen Abmessungen abhängigen Dauer aus; eine gespannte Saite gibt einen bestimmten Ton, auf den sie „abgestimmt“ ist. Die Tonerreger schwingen stets in ihren Eigenschwingungen.

Mitschwingen. Resonanz. Körper, deren Eigenton sehr hoch oder sehr tief liegt, lassen sich Schwingungen „aufzwingen“. Leichte Platten aus Holz und Blech, wie die Membranen der Mikrophone und Fernsprecher schwingen mit beliebiger Schwingungszahl. Eine tönende Stimmgabel, die man auf einen festen Körper, z. B. einen Tisch, aufsetzt, bringt letzteren zum Mitschwingen, wodurch der Ton verstärkt wird. Man nennt diese Verstärkungsmittel Resonanzkästen oder -böden. Bei den Zungenpfeifen setzt man einen Schallbecher auf, bei den Blechinstrumenten dient die lange, oft gewundene Luftsäule mit der trichterförmigen Öffnung zur Schallverstärkung.

Wird ein Körper von Schallschwingungen getroffen, die mit seiner Eigenschwingung nicht zusammenfallen, während sie ihm auch nicht, wie vorher angegeben, aufgezwungen werden können, so wirken sie nicht auf ihn. Trifft aber die ankommende Schwingung den Eigenton des Körpers, so ertönt der letztere (Resonanz); schon bei kleiner Abweichung der beiden Töne hört die Resonanz auf. (Man sieht, daß es sich beim sog. Resonanzboden nicht um Resonanz, sondern um Mitschwingen handelt.)

Das Sprachorgan. Die Sprache kommt dadurch zu stande, daß von den Lungen Luft ausgestoßen wird, welcher durch die Sprachorgane eigenartige Schwingungsbewegungen erteilt werden. Die Luft wird durch die Luftröhre zum Kehlkopf befördert, den man am Halse sehen und fühlen kann (Adamsapfel); der vortretende Teil heißt Schildknorpel. Im Kehlkopf befinden sich die beiden Stimmbänder, die ungefähr wagrecht neben einander gespannt sind. Beim ruhigen Atmen lassen sie einen Spalt frei, der der Luft den ungehinderten Durchgang gestattet. Beim Sprechen und Singen spannen sie sich und verengen den Raum (Stimmritze), bis sie sich schließlich berühren (Brustton). Die gespannten Bänder bilden die Zunge einer Zungenpfeife; sie erzeugen beim Durchpressen der Luft einen Ton (Ton der Sprache, Singstimme), der zunächst die in der Gaumen- und Rachenhöhle und im Mund

befindliche Luft in Schwingungen versetzt und sich durch den geöffneten Mund der äußeren Luft mitteilt. Mund und Rachenhöhle bilden den „Schallbecher.“

Die Sprachlaute selbst werden mit der Zunge, dem Gaumen und den Lippen hervorgebracht. Wirkt dabei der Kehlkopf nicht mit, so flüstert man. Auch die Sprachlaute bestehen in Schwingungen, z. T. außerordentlich raschen, aber weniger regelmäßigen, als die Töne.

Das Ohr. Es besteht aus dem äußeren Ohr (Ohrmuschel und Gehörgang), dem mittleren und dem inneren Ohr. Das mittlere wird vom äußeren Ohr durch das Trommelfell getrennt; es ist eine Luftkammer, in der sich die Gehörknöchelchen befinden, drei sehr kleine, gelenkig miteinander verbundene Knochen, welche die Bewegungen des Trommelfells auf das innere Ohr übertragen. Das letztere ist ein mit wässriger Flüssigkeit erfüllter häutiger Sack von verwickelter Gestalt, den man deshalb das Labyrinth nennt. Es ist eingebettet in eine Höhlung der Schädelknochen, wo es vor unmittelbarer äußerer Einwirkung gesichert liegt. In dem Labyrinth breiten sich die Enden der Gehörnerven aus. An jedem Ende einer Nervenfasern setzt sich eine kleine Faser an, die in die wässrige Flüssigkeit des Labyrinthes ragt und deren schwingende Bewegungen mitmacht; sie dient dazu, den Gehörnerv anzuregen. Ein Teil dieser Ansätze ist abgestimmt; sie sitzen in einem Organ, der „Schnecke“, durch dessen eigentümliche Bildung bewirkt wird, daß die Ansatzfasern, hier Cortische Fasern genannt, am Eingang der Schnecke lang sind und bei den folgenden Fasern immer kürzer werden. Ein Ton erregt nur diejenigen Fasern, deren Eigenschwingungen er enthält. Ein geübtes Ohr kann daher die gehörten Töne in ihre einfachen Bestandteile auflösen. Unregelmäßige Geräusche werden von den im sogen. Vorhofe endigenden Nerven aufgenommen, deren Hörhaare nicht abgestimmt sind.

Zweiter Teil.

Stromquellen.

Einteilung. Zur Stromerzeugung werden entweder galvanische Elemente (Seite 29—33) oder elektrische Maschinen (Seite 43 bis 45) benutzt. Die ersteren zerfallen in zwei Unterklassen: Die primären Elemente erzeugen Strom, indem sie Chemikalien verbrauchen, die ersetzt werden. Die sekundären Elemente erzeugen zwar auch den Strom auf Kosten chemischer Veränderungen; aber sie werden nicht mit frischen Chemikalien beschickt, sondern mit elektrischem Strom geladen, der die chemischen Vorgänge der Stromerzeugung rückgängig macht (Seite 31). Sie dienen also zum Aufspeichern oder Sammeln des Ladestromes und werden daher auch Sammler genannt.

Die galvanischen Elemente erzeugen eine Spannung, die sich in ihrer Größe nur langsam und meist wenig ändert und ihre Richtung beibehält. Wünscht man aus einer solchen Stromquelle einen Strom von wechselnder Richtung zu erhalten, so benutzt man einen Polwechsler.

Zur Erzeugung von Wechselstrom (Seite 58) verwendet man häufig kleine Dynamomaschinen, entweder die Kurbel- oder Magnetinduktoren oder (bei größeren Fernsprechämtern) Rufmaschinen (Seite 43 u. 44, Fig. 31 u. 33).

Fünfter Abschnitt.

Die Primärelemente.

Nasse und trockene Elemente. Bei den Telegraphenanstalten, wo geeignete Räume zur Zusammensetzung und Aufstellung der Batterien vorhanden sind und geübtes Personal zur Unterhaltung der Elemente zur Verfügung steht, setzt man die Elemente aus

ihren Bestandteilen zusammen und wählt deshalb möglichst einfache Elementformen.

Bei Teilnehmer-Fernsprechstellen, die sich in den Wohn- oder Geschäftsräumen der Teilnehmer befinden, kann man die Elemente nur in gebrauchsfertig zusammengestellter Form verwenden. Da bei diesen Konstruktionen das Elektrolyt zumeist durch Bindung an sogenannte Trockensubstanzen wie Sägespäne, Gips, Filz etc. am Auslaufen verhindert wird, so hat man derartige Elemente als Trockenelemente bezeichnet. Im Gegensatz dazu nennt man die gewöhnlichen, bei den Telegraphenanstalten benutzten Elemente nasse Elemente.

Von der Reichs-Telegraphenverwaltung werden nur 2 Arten von nassen Primärelementen verwendet, das Zink-Kupfer- und das Zink-Kohleelement, kurzweg auch Kupfer- bzw. Kohleelement genannt.

Von Trockenelementen werden mehrere im Bau etwas verschiedene Arten verwendet.

I. Das Kupferelement.

Bestandteile des Kupferelementes.

Fig. 62. Das Kupferelement besteht aus folgenden Teilen:

a) einem weißen zylindrischen Glasgefäß *aa* von 10 bis 10,5 cm Weite, 14,5 bis 15,5 cm Höhe und 4 mm Wandstärke.

b) der Anode in Form eines 5 cm hohen gegossenen Zinkringes *z* von 7 mm Wandstärke. Der Zinkring hat 3 Arme *n*, welche in je eine nach außen vorspringende Nase auslaufen. Mittels dieser Nasen wird der Ring im Batterieglase aufgehängt, indem sich die Nasen auf den Glasrand stützen.

In eine der Nasen ist der als Poldraht dienende Kupferdraht *m* eingegossen.

c) der Kathode in Form einer 7 bis 8 mm dicken, runden, gewölbten Bleiplatte *p* von 7 bis 7,5 cm Durchmesser, in deren Mitte ein 1 cm starker und etwa 17 cm

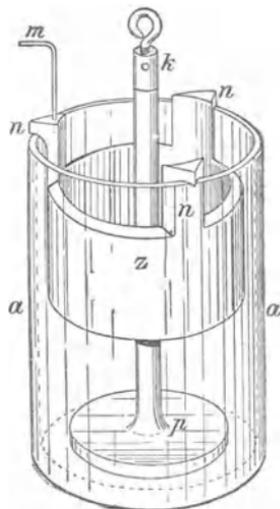


Fig. 62.
Kupferelement.

langer Bleistab angegossen ist. Der Bleistab trägt an seinem freien Ende eine messingene Polklemme k.

d) dem Elektrolyt für die Anode, einer wäßrigen Lösung von Zinkvitriol. Die Lösung wird bei den Telegraphenanstalten selbst hergestellt, indem in der für ein Element gerade ausreichenden Menge reinen Fluß- oder Regenwassers 15 g weißen Zinkvitriols unter Umrühren mittels eines sauberen Glasstabes aufgelöst werden. Die Lösung muß wasserhell sein. U. U. wird gewartet, bis sich die Verunreinigungen zu Boden gesetzt haben. Die klare gebrauchsfähige Lösung wird dann vorsichtig abgegossen. Beim Fehlen von Fluß- oder Regenwasser kann auch abgekochtes und gehörig gekühltes Brunnenwasser verwendet werden.

e) dem Elektrolyt für die Kathode, einer wäßrigen Lösung von Kupfervitriol. Die Lösung wird nicht besonders hergestellt, sondern ergibt sich bei der Ansetzung der Elemente von selbst (s. weiter unten). Beim Ansetzen werden jedem Element 70 g Kupfervitriol mitgegeben, bei Elementen, die nur 1 Leitung speisen, auch weniger, indes nicht unter 40 g. Gutes, gebrauchsfähiges Kupfervitriol zeigt eine reine, durchsichtige blaue Farbe. Eine etwa vorkommende gelbliche Färbung rührt von Verunreinigungen durch Eisen und Schwefel her. Derartig unreines Kupfervitriol darf nicht benutzt werden.

Zusammensetzung des Kupferelementes. Zunächst wird die Bleielektrode in das Glas gestellt, sodaß die Bleiplatte auf dem Gefäßboden ruht und der Bleistab in der Mitte des Glases lotrecht steht. Darauf wird der Zinkring eingehängt. Bleielektrode und Zinkring müssen eine metallisch reine Oberfläche zeigen; wenn nötig, sind die Elektroden vor dem Einstellen in das Element durch Abreiben mit Schmirgelleinen zu reinigen. Danach wird die Zinkvitriollösung eingegossen. Als letztes werden die Kupfervitriolkrystalle in der vorgeschriebenen Menge (70 g) eingeworfen. Die Krystalle, welche Haselnuß- bis Walnußgröße besitzen müssen, fallen zu Boden und lösen sich langsam auf. Nachdem dies geschehen, befindet sich im oberen Teil des Gefäßes die leichtere farblose Zinkvitriollösung und im unteren Teil, ziemlich scharf abgegrenzt, die schwere blaue Lösung, welche sowohl Zink- als Kupfervitriol enthält. Es ist sehr wichtig, daß sich im oberen Teil des Glases in der Umgebung des Zinkringes kein Kupfervitriol befindet.

Diffusion. Mischung der Flüssigkeiten. In dem frisch angesetzten Element sind die Lösungen so beschaffen, wie Fig. 63 schematisch darstellt. Die leeren Kreise bedeuten SO_4 -Ionen, die vollen Zink- und die mit einem Punkte Kupferionen; vgl. S. 30, Fig. 21. Die Flüssigkeitsteilchen bleiben nicht in Ruhe, sondern wandern hin und her, ohne dabei eine Richtung zu bevorzugen. Im Innern einer gleichmäßigen Lösung, wie im oberen oder im unteren Teil des Gefäßes, wird durch das Wandern der Teilchen nichts geändert, weil nur im allgemeinen stets zwei gleichartige Teilchen ihre Plätze vertauschen. Aber an der Grenzschicht tauschen Kupfer- und Zinkteilchen ihre Plätze und die nach oben gehenden Kupferteilchen wandern zum Teil weiter hinauf, ebenso setzen viele der nach unten gehenden Zinkteilchen ihren Weg fort, und so fangen durch allmählichen Platzwechsel der Teilchen die Flüssigkeiten an, sich zu mischen. Diesen Vorgang nennt man Diffusion. Überläßt man die Flüssigkeit lange genug sich selbst, so setzt sich die Diffusion fort, bis alles gleichmäßig gemischt ist.

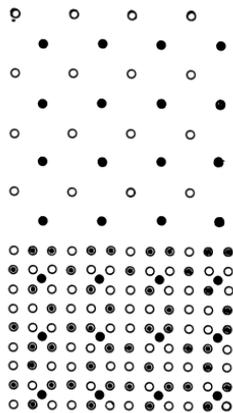


Fig. 63.

Bei Temperaturveränderungen entstehen in den Flüssigkeiten Wärmeströmungen; die erwärmten Teile werden leichter, wie die kühleren von gleicher Zusammensetzung und steigen in die Höhe. Solche Wärmeströmungen würden im Element z. B. im oberen Teil entstehen, aber nicht aus dem unteren in den oberen übergehen, weil die untere schwere Lösung durch Erwärmung nicht leichter wird als die obere.

Schütteln des Elementes, Umrühren der Flüssigkeit, Strömungen, wie sie beim Einwerfen von Kupfervitriol erzeugt werden, tragen zur Mischung der Flüssigkeiten bei und sind daher strengstens zu vermeiden.

Hat das Element Strom zu liefern, so erhalten die Ionen bestimmte Richtungen, die SO_4 nach oben, die Metallteilchen nach unten. Der elektrochemische Vorgang wirkt also dem Aufsteigen der Kupferionen entgegen, er verhindert es sogar nahezu bei den Ruhestromelementen. Oben treten durch die Auflösung stets neue

Zinkionen ein, während eben so viele aus dem oberen Teil der Lösung nach unten befördert werden. Die Lösung im unteren Teile reichert sich demnach während der Stromlieferung mit Zinkvitriol an und wird, bei Arbeitsstrombetrieb langsamer, bei Ruhestrombetrieb rascher, gesättigt. In dem Maße, wie sie sich mit Zinkvitriol sättigt, nimmt ihre Aufnahmefähigkeit für Kupfervitriol ab; schließlich löst sie das letztere nur noch langsam, das Element beginnt sich zu polarisieren und außer Kupfer wird auf der Kathode auch Zink abgeschieden.

Verhalten und Behandlung des Kupferelementes im Betriebe. Auf Seite 30 ist der chemisch-elektrische Vorgang im Kupferelement beschrieben worden. Im ungeschlossenen Element währt er nur so lange, als beide Elektroden (Zinkring und Bleielektrode) vermöge ihrer Kapazität noch Elektrizitätsmengen aufzunehmen vermögen. Sind die Elektroden vollständig geladen, was sehr rasch geschehen ist, so kommt der Vorgang zum Stillstand. Im ungeschlossenen Element sollte also weder Zink noch CuSO_4 verbraucht werden. Tatsächlich findet aber ein nicht unerheblicher Verbrauch statt infolge der Diffusion und der Verunreinigungen des Zinkes, s. S. 69 u. 72. Im geschlossenen Element, bei welchem sich die Ladungen der Elektroden ständig als elektrischer Strom ausgleichen, dauert der Vorgang unbegrenzt weiter. Die Bleielektrode wird zur Kupferelektrode, sobald das Element geschlossen wird, da sie sich dann mit Kupfer überzieht.

Während der Stromerzeugung werden also Zink und Kupfervitriol verbraucht und dafür Kupfer und Zinkvitriol erzeugt. Sorgt man für regelmäßigen Ersatz der verbrauchten Stoffe, so kann man die Stromlieferung sehr gleichmäßig machen.

1. Der Zinkverbrauch. Die Zinkringe werden von vornherein in solcher Stärke hergestellt, daß sie nicht nur die Wirkungsdauer eines Elementes auszuhalten vermögen, sondern — nach entsprechender Reinigung — mehrmals gebraucht werden können.

2. Der Verbrauch an Kupfervitriol. Kupfervitriol kann bei der Ansetzung den Elementen nur in mäßiger Menge mitgegeben werden, da die entstehende Lösungsmenge nicht so groß sein darf, daß sie bis zum Zinkring hinanreicht, zumal mit Rücksicht auf die Diffusion. Die bei der Inbetriebnahme eines Elementes vorhandene Kupfervitriollösung wird daher bald aufgebraucht, bzw. so verdünnt sein, daß das Element nicht mehr so

wirksam depolarisiert wird, mithin die EMK und Stromleistung des Elementes abnimmt. Dem muß beizeiten durch Nachwerfen von Kupfervitriolkrystallen vorgebeugt werden. Indessen darf nicht so viel Kupfervitriol zugeführt werden, daß der Spiegel der Kupfervitriollösung über das zulässige Maß erhöht und die Diffusion zum Zink begünstigt wird; vgl. weiter unten.

Am einfachsten gestaltet sich die Regelung der Kupfervitriollösung bei Elementen, die dauernd geschlossen sind, also bei Ruhestromelementen. Das Aufsteigen der Kupferlösung zum Zink wird durch den elektrochemischen Vorgang verhindert; vgl. Seite 69. Man hat nur die Kupfervitriollösung gesättigt zu erhalten. Zu diesem Zwecke muß man dafür sorgen, daß sich auf dem Boden des Batterieglasses immer einige Krystalle festen Kupfervitriols befinden.

Für Arbeitsstromelemente, welche nicht dauernd Strom abzugeben haben, bei welchen daher die Diffusion des Kupfervitriols erheblich stärker auftritt, kann die Nachfuhr von Kupfervitriol nicht so einfach geregelt werden. Hier hilft nur die sorgfältigste Beobachtung der Elemente in Bezug auf Diffusion und Farbe der Kupfervitriollösung. Die Farbe muß tiefblau sein. Im allgemeinen muß Kupfervitriol in geringer Menge mit großer Sorgfalt (s. S. 74) nachgefüllt werden, sobald der vorhandene Vorrat aufgezehrt ist.

3. Die Erzeugung und Abscheidung von Kupfer auf der Bleiplatte kann sich ohne Störung der Wirksamkeit des Elementes fortsetzen, bis etwa der Kupferüberzug der Bleielektrode so stark geworden ist, daß er nach oben oder seitlich zu weit auslädt. Das abgeschiedene Kupfer wird in solchem Fall von Zeit zu Zeit gelegentlich des Umsetzens (Seite 76) von der Bleielektrode abgelöst. Um die Ablösung zu erleichtern, wird jede neue Bleielektrode vor der Einstellung in das Element an den für die Verkupferung in Betracht kommenden Stellen (obere Fläche und Seitenflächen der Bleiplatte, unterer Teil des Bleistabes) dünn und gleichmäßig mit erwärmtem Schweinefett bestrichen. Die Einfettung verhindert, daß sich das Kupfer fest auf der Bleiplatte etc. absetzt; der Kupferüberzug kann später ohne Anwendung von Werkzeugen mit den Fingern abgehoben werden. In der ersten Zeit wird allerdings durch den Fettbezug der Widerstand des Elementes um 1 bis 2 Ohm erhöht, was indessen nicht zu einer Beeinträchtigung des Betriebes führt.

Das niedergeschlagene Kupfer ist von den Verkehrsanstalten zu späterer Veräußerung sorgfältig aufzubewahren.

4. Die Bildung von Zinkvitriol bewirkt, daß die Zinkvitriollösung im Verlaufe des elektrochemischen Prozesses immer stärker konzentriert wird. Im gleichen Sinne wirkt die allmähliche Verdunstung des Lösungswassers. Dies hat für die erste Zeit nichts zu besagen, da die ursprünglich dem Element mitgegebene Zinkvitriollösung nur sehr schwach ist. Später aber, wenn die Lösung mit Zinkvitriol gesättigt ist, scheidet sich das weiter gebildete Zinkvitriol in Gestalt eines weißen Salzes an allen erreichbaren festen Körpern aus. Das weiße Salz wandert längs der Bleielektrode bis zur Polklemme, zerstört diese, scheidet sich ferner am Batterieglase ab und kriecht u. U. über dessen Rand hinaus, schlägt sich auch wohl sogar an der Bleiplatte und den Kupfervitriolkrystallen nieder. Um den Zinkvitriolkrystallen das Anwachsen am Glasrande und dessen Überschreiten möglichst zu erschweren, streicht man die Innenwand des Glases auf eine Breite von 10 mm vom Rande ab gerechnet, sowie den Rand selbst mit weißer Ölfarbe an. Der Anstrich muß vor der Ingebrauchnahme des Glases gut trocknen.

Um überhaupt die Bildung von Zinkvitriolkrystallen zu verhindern, muß die Stärke der Zn SO_4 -Lösung ab und zu geregelt werden, indem von Zeit zu Zeit ein Teil der Zinkvitriollösung fortgenommen und durch schwache Zinkvitriollösung, wie sie zum Ansetzen der Elemente dient, ersetzt wird. Auch hierbei muß mit größter Sorgfalt verfahren werden (s. Seite 75), damit nicht die Mischung der beiden Lösungen durch Umrühren oder Bewegen der Flüssigkeit beschleunigt wird. Die Zinkvitriollösung darf nur so weit herausgenommen werden, daß der Zinkring mit seinem unteren Rande noch in Flüssigkeit eintaucht, da sonst der Betriebsstromkreis in der Batterie unterbrochen wäre. Man darf nicht versuchen, die Krystallbildung dadurch zu verlangsamen, daß man beim Ansetzen zu wenig Zinkvitriol nimmt; der Gehalt an letzterem Salze ist nötig, um den elektrischen Vorgang im Element einzuleiten.

5. Verunreinigungen des Zinks, hauptsächlich durch Kohle und Eisen, verursachen einen nicht unerheblichen Zinkverbrauch. Wenn in dem Zinkring an der Oberfläche z. B. ein Kohlenteilchen sitzt, so bildet es mit dem umgebenden Zink ein

galvanisches Element, welches durch die Masse des Zinkringes kurz geschlossen ist, also Strom erzeugt; es polarisiert sich zwar sofort, erzeugt aber doch fortwährend einen schwachen Strom, der Zink verzehrt.

Leistung des Kupferelementes. Das vorschriftsmäßig angesetzte und gut gepflegte Kupferelement hat eine EMK von durchschnittlich 1,04 bis 1,06, rund 1 Volt. Der mittlere Widerstand eines Elementes beträgt:

bei dauernder Stromabgabe (also im Ruhestrombetriebe und beim Laden von Sammlern)	3 Ohm
bei Stromabgabe mit größeren Ruhepausen (also im Arbeitsstrombetriebe)	rd. 5 Ohm.

Unmittelbar nach dem Ansetzen und gegen Ende der Lebensdauer des Elementes ist der Widerstand höher, so daß Ruhestromelemente bis zu 5, Arbeitsstromelemente bis zu 7 Ohm Widerstand zeigen.

Lebensdauer. Die Lebensdauer eines Kupferelementes müßte bei vorschriftsmäßiger Regelung der Stärke der Elektrolyte ihre Grenze erst finden, wenn die Zinkelektrode vollkommen aufgebraucht ist.

Diese Lebensdauer kann nicht erreicht werden, weil sich die Diffusion und die Mischung der Flüssigkeit niemals ganz vermeiden lassen wird, besonders nicht bei Arbeitsstrombatterien. Die Diffusion ist es bei diesen in erster Linie, welche die Lebensdauer herabdrückt. Ganz allmählich diffundiert das Kupfervitriol zum Zinkring, selbst bei den Ruhestromelementen. Gelangt ein Teilchen Kupfervitriol, Cu SO_4 , zum Zink, so tauscht sich das Cu gegen Zn aus; es scheidet sich Cu auf dem Zinkring ab, während das Zn sich mit dem SO_4 verbindet und in Lösung geht. Als erstes deutliches Anzeichen und zugleich als erste Wirkung dieser Diffusion bemerkt man, daß sich am unteren Rande des Zinkringes rotbraune Flocken ansetzen, welche nach und nach zu Zapfen auswachsen und schließlich bis in die Kupfervitriollösung hineinragen. Die rotbraunen, schwammigen Flocken und Zapfen enthalten das ausgeschiedene Kupfer. Der sich immer mehr über den Zinkring ausdehnende Überzug von Kupferschlamm setzt schließlich der Tätigkeit der Elemente ein Ende, da er die Auflösung des Zinks verhindert, und dies vor allem an denjenigen Stellen (z. B. dem unteren Rande

des Zinkringes), die für die Lösung hauptsächlich in Betracht kommen. Dem sucht man vorzubeugen, indem man die Zinkringe von den Kupferschlammflocken, ehe diese sich zu Zapfen ausbilden können, vorsichtig befreit (s. Seite 75).

Am stärksten zeigt sich die Diffusion und die durch sie verursachte Verkürzung der Lebensdauer natürlich an Batterien, die wenig Strom herzugeben haben. Schließlich wird durch die Diffusion die ganze Flüssigkeit des Elementes mattblau gefärbt; am Boden des Elementenglases liegt der abgefallene bzw. abgestoßene Kupferschlamm fingerdick. Dann kann das Element nichts mehr leisten, vermögen auch alle Regenerationsverfahren nicht mehr zu helfen. Es erübrigt dann nur, das Element aus dem Betriebe zu entfernen und durch ein neues, leistungsfähiges Element zu ersetzen.

Bei Ruhestromelementen ist es wesentlich die zunehmende Sättigung der Lösung im unteren Teil des Glases mit Zinkvitriol (vgl. Seite 70), wodurch die Lebensdauer beschränkt wird.

Nach den im Laufe vieler Jahre gemachten Erfahrungen beträgt die Lebensdauer eines Elementes zum Betriebe von Arbeitsstromleitungen 6—12 Monate, eines Elementes für Ruhestromleitungen 3 Monate. Nach Verlauf dieser Zeiträume müssen die Elemente ausgeschaltet und entweder durch neue ersetzt oder auseinander genommen, in allen Teilen gereinigt, wieder neu zusammengesetzt und danach wieder eingeschaltet werden. Letzteren Vorgang bezeichnet man auch als Umsetzen.

Das Kupferelement wird wegen seiner vorzüglichen Konstanz, bequemen Behandlungsweise und verhältnismäßig langen Lebensdauer im Telegraphenbetrieb, soweit überhaupt Primärelemente in Frage kommen, fast ausschließlich verwendet. Nur in Ausnahmefällen werden zuweilen für Arbeitsstromleitungen Batterien aus Kohlenelementen benutzt (s. Seite 78).

Handgriffe und Vorschriften. Das Nachfüllen von Kupfervitriol erfolgt am zweckmäßigsten derart, daß man ein Stückchen CuSO_4 vorsichtig in die Flüssigkeit eintaucht und es dann fallen läßt, oder aber, indem man einen Kupferdraht an einem Ende zu einer Öse biegt, auf die Öse das Stückchen Kupfervitriol legt und es dann langsam mit dem Draht auf den Boden hinabsenkt.

Kupfervitriolgrus darf zur Beschickung der Elemente nicht ohne weiteres verwendet werden. Er ist vielmehr vor der Ver-

wendung durch Befeuchten mit Wasser und darauf folgendes Trocknen auf einem Brette erst zu größeren Stücken (von Wal- oder Haselnußgröße) zu vereinigen.

Abfüllen von Zinkvitriol: Ein aus Messing- oder Bleirohr gefertigter Heber von etwa 7,5 mm lichter Weite und 8 und 12 cm Schenkellänge (Fig. 64) wird mit Wasser gefüllt, die Öffnung des längeren Heberschenkels durch Aufdrücken eines Fingers geschlossen, der Heber dann mit dem kürzeren Ende so tief in die abzufüllende Zinkvitriollösung getaucht, als dieselbe entfernt werden soll, und darauf das Ende des längeren Schenkels geöffnet. Die Lösung läuft dann von selbst ab. Soll aus mehreren Gläsern Zinkvitriollösung unmittelbar hinter einander abgefüllt werden, so ist, ehe der Heber leerrläuft, das längere Heberende wieder mit dem Finger zu verschließen, der Heber aus dem Glase herauszuheben und in das zweite Batteriegelas zu senken, hierauf wieder der längere Schenkel zu öffnen u. s. f.

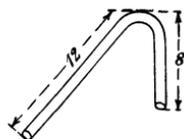


Fig. 64.
Heber.

Wiederverwendung abgezogener oder aus alten Elementen gewonnener Zinkvitriollösung. Die Lösung kann zum Neuansetzen von Elementen gebraucht werden. Zuvor reinigt man die Lösung von etwa darin enthaltenem Kupfervitriol, indem man einige Stücke alten unbrauchbaren Zinks hineinwirft, welche das Kupfer aus der Kupfervitriollösung ausfällen. Ist die Lösung ganz farblos und klar geworden, so gießt man sie von dem Bodensatz ab und verdünnt die Lösung mit der 8fachen Menge Wasser; sollte sich ein neuer Niederschlag bilden, so läßt man wieder absetzen, gießt ab und hat dann eine Zinkvitriollösung, welche ohne weiteren Zusatz von festem Zinkvitriol zum Ansetzen von neuen Elementen verwendet werden kann.

Nachzufüllendes Wasser oder verdünnte Zinkvitriollösung wird am besten in den Zwischenraum zwischen dem Zinkring und der inneren Glaswand eingegossen.

Die Befreiung der Zinkringe vom Kupferschlamm geschieht am besten in der Weise, daß ein Kupferdraht an einem Ende etwa 2 cm weit rechtwinklig umgebogen und mit diesem Ende vorsichtig am unteren Rande der Zinkringe entlang gefahren wird.

Das Einfetten neuer Bleiplatten geschieht am besten mittels eines Pinsels.

Die Umsetzung der Ruhestrombatterien hat nach den Dienstanweisungsvorschriften alle 3 Monate zu erfolgen, und zwar hat die eine Hälfte der in eine Ruhestromleitung eingeschalteten Anstalten ihre für diese Leitung vorhandenen Batterien am 10. Januar, 10. April u. s. w., die andere Hälfte ihre in Betracht kommenden Batterien am 25. Februar, 25. Mai u. s. w. umzusetzen.

Bei der Umsetzung einer Kupferbatterie sind niemals gleichzeitig alle Elemente, sondern es ist höchstens eine Reihe von 7 Stück auf einmal auszuschalten und auseinander zu nehmen.

Der den Zinkringen anhaftende Schmutz wird bei der Umsetzung mittels eines sog. Batterieschabers abgekratzt, sodaß die Oberfläche wieder metallisch rein wird. Die gebräuchlichen

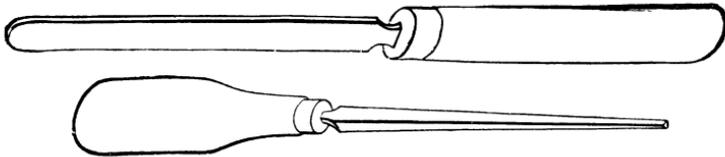


Fig. 65.
Batterieschaber.

Batterieschabersorten (aus flachem bzw. dreikantigem Stahl) sind in der Fig. 65 abgebildet. Außerdem werden mit Vorteil die Stahlkratzenbürsten verwendet.

Rückstände aus Kupferelementen: An Rückständen werden im Verlaufe des elektrochemischen Prozesses gebildet:
reines Kupfer, sog. Kupferniederschlag der Bleielektroden,
Kupferschlamm (sammelt sich auf dem Boden des Glases),
Zinkschlamm (wird von den Zinkringen abgekratzt).

Die Rückstände sind von den Verkehrsanstalten getrennt zu sammeln und, gegen Staub und Verunreinigungen geschützt, aufzuheben. Sie werden gelegentlich (sobald eine größere Menge zusammengekommen ist) von der O.P.D. meistbietend verkauft.

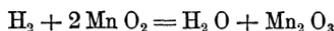
II. Das Kohlenelement.

Bestandteile des Kohlenelementes. (Fig. 66). Zu einem Kohlenelement gehört außer dem auch für das Kupferelement gebräuchlichen Standglase a und Zinkzylinder z noch ein Kohlebraunsteinzylinder b und eine Salmiaklösung (als Elektrolyt).

Der Rand des Glases ist mit einem weißen Ölfarbenanstrich als Schutz gegen das Überklettern von Zinksalzen versehen. Der Zinkzylinder ist ein Ring aus gewalztem 1,5 mm starkem Zinkblech von 8,5—9 cm Höhe, der ähnlich wie beim Kupferelement mittels dreier Nasen am Rand des Glases aufgehängt wird. Der Kohlebraunstein-Zylinder (17,5 cm hoch) wird aus einer unter hohem Druck zusammengepressten Mischung von Mangansuperoxyd (Braunstein) und gepulverter Retortenkohle hergestellt. Er ist an seinem unteren Ende zu einem Fuß verbreitert, damit er ohne weitere Haltevorrichtung im Glas stehen kann. Am oberen Ende verjüngt er sich zu einem prismatischen Ansatzstück, welches zum Festschrauben der Polklemmen dient*).

Zusammensetzen. Beim Ansetzen neuer Kohlenelemente werden zunächst in jedes der noch leeren Gläser 20—25 g Salmiak (ein lockeres, weißes, in Wasser leicht lösliches Salz) getan. Darauf wird so viel Wasser zugegossen, daß nach dem Einsetzen des Kohlenzylinders und Zinkringes der Flüssigkeitsspiegel noch etwa 1,5 cm vom unteren Rande des Ölfarbenanstrichs entfernt ist. Man rührt dann um und setzt schließlich den Kohlenzylinder und den Zinkring ein.

Chemischer Vorgang. Das Zink verbindet sich mit dem Chlor des Salmiaks, wobei das Anion Chlor seine negative elektrische Ladung an die Zinkelektrode abgibt. Das Kation der Salmiaklösung ist Wasserstoff, welcher an die Kathode (den Kohlebraunstein-Zylinder) tritt und hier durch den Braunstein (Mangansuperoxyd) depolarisiert wird. Die Depolarisation geht nach der Formel:



vor sich. Hierbei bildet sich Manganoxyd ($\text{Mn}_2 \text{O}_3$), welches keinen

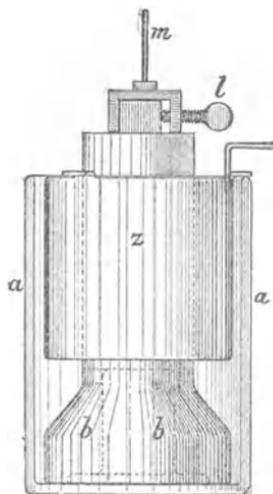


Fig. 66.
Kohlenelement.

*) Es finden sich noch ältere Kohlenelemente im Gebrauch, mit vier-eckigem Glasgefäß, Zinkstab und Kohlenzylinder ohne Fuß.

Sauerstoff mehr abzugeben und daher nicht zu depolarisieren vermag. Sobald also der an der Oberfläche des Kohlenzylinders sitzende Braunstein zur Depolarisation verbraucht ist, kann der weiter herantretende Wasserstoff zunächst nicht oxydiert werden. Daher tritt bereits kurze Zeit nach der Einschaltung des Elementes Polarisation ein, welche die Wirksamkeit des Elementes herabsetzt. Sobald die Polarisation störend auftritt, ist das Element auszuschalten und einige Zeit der Ruhe zu überlassen. Es „erholt“ sich dann, vgl. Seite 30.

Die Unterhaltung des Kohlenelementes gestaltet sich, da der elektrochemische Prozeß nicht überwacht zu werden braucht, äußerst einfach. Sie beschränkt sich darauf, daß das verdunstete Wasser ersetzt wird; während des Nachfüllens von Wasser sind die Elektroden aus dem Glase zu entfernen.

Leistung. Das Zink-Kohlenelement besitzt eine EMK von rd. 1,5 Volt und einen inneren Widerstand (vor dem Auftreten von Polarisation gemessen) von 0,3 Ohm.

Verwendung. Da das Kohlenelement nur geringe Konstanz besitzt, so ist es für dauernde Stromabgabe, wie sie z. B. der Telegraphen-Ruhestrombetrieb bedingt, nicht geeignet. Selbst im Arbeitsstrombetriebe kann das Element nur im Notfalle (wenn es z. B. wegen Platzmangels nötig ist, die Zahl der aufzustellenden Elemente möglichst zu beschränken und daher ein Element von hoher EMK zu wählen) verwendet werden. Sehr gut hingegen eignet sich das Kohlenelement zum Betriebe von Mikrofonen und elektrischen Weckern (z. B. bei Fernsprech-Teilnehmerstellen), da es sich in diesem Falle um Stromabgaben von kurzer Dauer und mit langen Ruhepausen handelt, und demzufolge das Element sich nach jeder Stromabgabe wieder erholen kann.

Da indessen in neuerer Zeit für den Mikrophonbetrieb ausschließlich Trockenelemente oder Sammler, für den Weckbetrieb Induktoren oder gleichfalls Sammlerbatterien benutzt werden, begegnet man im Bereiche der Reichs-Telegraphen-Verwaltung dem Kohlenelement nur noch selten.

Die Lebensdauer eines Kohlenelementes ist beträchtlich. Im Weckbetrieb können Kohlenelemente 1 Jahr und länger stehen, ehe sie einer Umsetzung bedürfen. Das Element wird dann durch Übersättigung der Elementflüssigkeit mit Zinksalzen unbrauchbar. Letztere krystallisieren aus der Flüssigkeit aus und überziehen

den Kohlenzylinder ganz oder teilweise, sodaß der innere Widerstand erhöht und die Depolarisation erschwert wird. Unbrauchbare Elemente müssen auseinandergenommen und in allen Teilen sorgfältig gereinigt werden.

Handgriffe bei der Unterhaltung. Bei der Ansetzung von Kohlenelementen ist sorgfältig zu vermeiden, daß die Messingbügel, Poldrähte der Zinkringe pp. mit der Salmiaklösung in Berührung kommen oder mit Salmiak bestreut werden, da die Metallteile von Salmiak angefressen werden.

Die Zinkringe der Kohlenelemente werden in gleicher Weise wie diejenigen der Kupferelemente gereinigt. Von den mit einer Salzkruste bedeckten Kohlenzylindern werden zunächst die Kristalle abgeschabt; darauf werden die Kohlenzylinder etwa 5 Minuten lang in fünfprozentige verdünnte Schwefelsäure getaucht, alsdann längere Zeit ausgewässert und schließlich gut an der Luft getrocknet. Nach diesem Reinigungsprozeß können die Kohlenzylinder wieder beim Ansetzen neuer Elemente Verwendung finden.

III. Die Trockenelemente.

Allgemeines. Die Trockenelemente unterscheiden sich von den nassen Elementen der Hauptsache nach darin, daß das Elektrolyt nicht in Form einer tropfbaren Flüssigkeit, sondern aufgenommen von einer porösen Masse (Sägespäne etc.) oder als steifer Brei (z. B. eine mit dem Elektrolyt angesetzte Gipsmasse) beigegeben wird, und alle Teile des Elementes fest eingebaut werden. Der feste Einbau wird z. T. schon dadurch erreicht, daß sich zwischen den beiden Elektroden die unnachgiebige Elektrolytpaste befindet. Die äußere Elektrode dient zuweilen gleichzeitig als Elementgefäß. Ist ein besonderes Gefäß aus emailliertem Eisenblech, Pappe oder dergleichen vorhanden, so wird zwischen das Gefäß und die äußere Elektrode noch eine Polsterung aus Sägespänen oder dergl. gebracht. Schließlich wird der obere Teil des Elementes, aus welchem die Elektroden herausragen, mit einer Art Pech vergossen; dieser Verguß sichert die unverrückbare Lage aller Elementteile zu einander.

Die Trockenelemente werden mit wenig Ausnahmen als Zink-Kohlenelemente konstruiert. Das Zink hat meistens die Form eines Ringes und bildet gewöhnlich die äußere Elektrode. Als

Kohlenelektrode wird entweder ein fester Kohlenzylinder von gleicher Größe wie bei nassen Kohlenelementen benutzt; oder es wird eine Bogenlampenkohle verwendet, die mit einer dicken Lage eines Gemisches aus fein gepulverter Retortenkohle und Depolarisatormasse umgeben ist. In letzterem Falle wird das Kohlenpulver durch eine Leinwand- oder Mullumhüllung um den Kohlenstift zusammengehalten. Als Depolarisator findet man zumeist Braunstein. Bei manchen Konstruktionen legt man Abzugsröhrchen an, durch welche die im Elemente frei werdenden Gase entweichen.

Bei der Reichs-Telegraphen-Verwaltung werden mehrere Arten Trockenelemente gebraucht, von denen drei im nachstehenden beschrieben werden.

Das Eggertsche Trockenelement (Fig. 67). In einem viereckigen Isolitbecher von 185 mm Höhe und 80×80 mm Grundfläche steckt die gleichfalls viereckige Zinkanode Z; sie wird durch eine Paraffinschicht P am Boden des Isolitbechers festgehalten. Als Kathode dient der mit einer Messingkappe und Klemmschraube versehene Kohlenstab K, der durch die Glasplatte G vom Boden des Zinkbechers getrennt wird. Der Depolarisator B besteht aus einer mit aufgelöstem Salmiak angerührten Mischung von Braunstein und Graphit und wird durch einen Leinwandbeutel zusammengehalten. Das Elektrolyt C ist reiner Salmiak in einer weichen Masse. Der Zinkbecher wird oben durch eine Paraffinschicht P geschlossen. Der negative Poldraht (Kupferdraht) ist an die Zinkelektrode angelötet. Der obere Raum des Bechers wird mit Sägespänen angefüllt und durch einen Pechverguß V abgeschlossen. Es sind zwei Entgasungsröhrchen vorhanden, von denen Fig. 67 nur das eine zeigt.

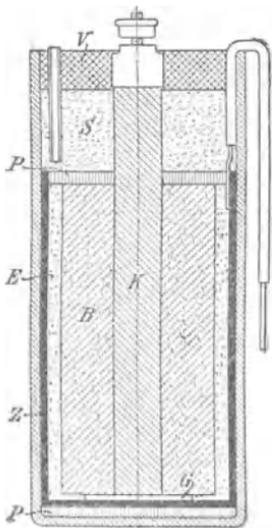


Fig. 67.

Trockenelement von Eggert.

Das Hydra-Element. Die innere Einrichtung ist der vorigen sehr ähnlich. Die viereckige Zinkanode steht auf Pappscheiben in einem viereckigen Isolitbecher; die Kathode, ein runder Kohlenstab, steht auf einer Glasplatte. Der Depolarisator und das Elektrolyt

sind ähnlich beschaffen und angeordnet wie beim vorigen Element. Der Raum über dem Depolarisator und Elektrolyt ist mit einer Vergußmasse abgedichtet. Über diesem Verguß bleibt ein niedriger Luftraum. Auf dem Zinkbecher liegt eine Pappscheibe mit einigen kleinen Öffnungen; darüber befindet sich eine Schicht trockener Füllmasse, wie Holzmehl, welche wieder mit einer Pappscheibe bedeckt wird. Den Abschluß bildet ein Verguß. Von der Füllmasse ausgehend dringen zwei Entgasungsröhrchen durch den oberen Verschuß.

Das Element von Schneeweis (Fig. 68) weicht von den vorigen wenig ab. Der Zinkbecher Z ist nicht viereckig, sondern rund; der runde Kohlenstab K steht auf einer paraffinierten Pappscheibe Pp. Der Depolarisator D und das Elektrolyt E sind ähnlich wie bei den andern beiden Elementen. Der Zinkbecher wird durch eine dünne Paraffinschicht abgeschlossen. Das Element steht in einem viereckigen Isolirbecher. Der Hohlraum H wird nach oben durch eine Pappscheibe abgeschlossen; darauf folgt eine Schicht Holzmehl S, den Abschluß bildet ein Pechverguß. Ein Entgasungsrohr ragt aus dem Hohlraum bis über den Verguß.

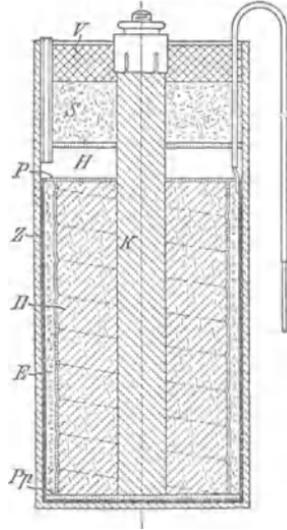


Fig. 68.
Trockenelement von Schneeweis.

Verwendung und Lebensdauer der Trockenelemente. Da bei den meisten Trockenelementen der elektrochemische Prozeß wie bei Kohlenelementen verläuft, besitzen sie wie diese geringe Konstanz und eignen sich nur für den Mikrophon- und Weckbetrieb. Vorzugsweise werden sie zum Betriebe der Teilnehmermikrophone verwendet, wo sie die nassen Elemente verdrängt haben. Der Vorteil der Trockenelemente vor den nassen Elementen besteht vor allem darin, daß wegen des festen Einbaues die Bestandteile gedrängter angeordnet werden können, sodaß das Element kleiner ausfällt, und daß bei dem geringen Elektrodenabstand der innere Widerstand sehr klein ist. Außerdem stellt sich der Betrieb mit Trockenelementen wegen des Fortfalles der Unterhaltungsarbeiten wirtschaftlich günstiger als der Betrieb mit nassen Elementen.

Die Lebensdauer eines guten Trockenelementes beträgt im Mikrofonbetriebe bei mittelmäßig beanspruchten Sprechstellen im Durchschnitt $1\frac{1}{2}$ Jahre. Trockenelemente, die sich für den Mikrofonbetrieb nicht mehr eignen, können, wo sich dazu Gelegenheit bietet, noch einige Zeit im Weckbetriebe verwendet werden. Die Prüfung, ob ein Trockenelement für den Mikrofonbetrieb noch tauglich ist, oder nicht, erfolgt durch Messung der EMK und der Klemmenspannung mittels eines hierzu besonders konstruierten Spannungsmessers.

Trockenelemente, die weder für den Mikrofon- noch für den Weckbetrieb zu gebrauchen sind, werden an die Telegraphenzeugämter abgeliefert und von letzteren in größeren Mengen veräußert.

Sechster Abschnitt.

Die Sekundärelemente (Sammler).

Geschichtliches. Die Verwendung von Sammlern als Betriebsstromquellen hat im Bereiche der Reichs-Telegraphenverwaltung einen immer größeren und noch stetig wachsenden Umfang angenommen. Nachdem einige kleinere Versuche vorangegangen waren, wurde im Jahre 1890 auf dem Haupttelegraphenamte in Berlin für 237 Arbeitsstromleitungen eine gemeinsame Sammlerbatterie aufgestellt. Das günstige Ergebnis des Versuches führte dazu, bei der Mehrzahl der selbständigen Telegraphenämter und einer Reihe größerer Betriebsstellen sämtliche Arbeitsstromleitungen aus einer Batterie zu speisen. Auch für die bei einem Amte in Endstellung betriebenen Ruhestromleitungen werden seit dem Jahre 1900 allgemein Sammlerbatterien verwendet. Für Ruhestromleitungen, die in Zwischenstellung betrieben werden, bietet die Verwendung von Sammlern in technischer wie in wirtschaftlicher Beziehung zwar keine besonderen Vorteile; man macht indessen auch für diesen Zweck gewöhnlich der äußeren Einheitlichkeit halber von Sammlern Gebrauch. Die erste Verwendung im Fernsprechbetriebe erfuhren die Sammler im Jahre 1895; und zwar dienten sie zuerst zum Betriebe der Mikrophone bei den Vermittlungsanstalten und den Teilnehmerstellen. Sie fanden dann nach und nach noch für andere Zwecke des Fernsprechbetriebes (Weckbetrieb, Kontrollbetrieb etc.) Anwendung. Die neuesten

Fernsprechämter werden mit einer einzigen großen zentralen Sammlerbatterie ausgerüstet, welche allen für die Mikrophone der Teilnehmer und des Amtes, für das Anrufen der Vermittlungsanstalt, für das Kontrollieren und das Schlußzeichen u. s. w. erforderlichen Strom hergibt.

I. Beschreibung von Sammlern.

Allgemeines. Man teilt die Elektroden der Sammler (vgl. Seite 32) ein in Großoberflächen- und Masseplatten. Erstere sind Platten oder Gitter aus reinem Blei, deren Oberfläche durch Reifung oder zackige Ausbildung vergrößert ist, um dem Sammler große Aufnahmefähigkeit (Kapazität, Seite 33) zu verleihen; durch die Formierung wird auf dem Blei die wirksame (aktive) Schicht erzeugt. Die Masseplatten bestehen aus Rahmen oder Gittern, in welche ein steifer, später erhärtender Brei aus Bleiverbindungen eingepreßt wird. Sie enthalten verhältnismäßig mehr aktive Masse als die Großoberflächenplatten und besitzen bei gleichem Gewicht eine größere Kapazität. Dagegen haben die Großoberflächenplatten den wesentlichen Vorzug, daß sie stärkere Ströme aushalten und daher eine schnellere Aufladung zulassen. Über den chemischen Vorgang im Sammler vgl. Seite 31. Als positive Elektroden verwendet man Großoberflächen- oder Masseplatten, als negative Elektroden nur Masseplatten.

Telegraphensammler. Für den Betrieb der Telegraphenleitungen werden nur noch Großoberflächensammler der Akkumulatorenfabrik A.-G. und der Akkumulatoren- und Elektrizitätswerke A.-G. vorm. W. A. Böse & Ko. mit einer Kapazität von 14 Amperestunden (AS) beschafft. Der Ladestrom beträgt 2,5 A. Die noch im Betriebe befindlichen größeren Typen und Massesammler der Firma Böse & Ko. sowie anderer Lieferanten werden nach und nach aufgebraucht. Der Ladestrom der Massesammler beträgt 1 A.

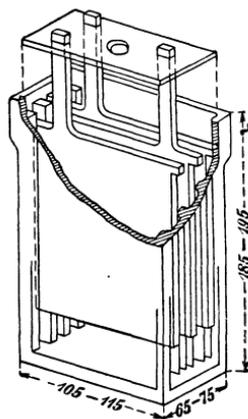


Fig. 69.

Telegraphensammler von Böse.

Der Telegraphensammler besteht aus einem parallelepipedischen Glasgefäß von den in der Fig. 69 angegebenen Abmessungen (mm). Die Schmalseiten des Glases sind mit Rippen

versehen, die von oben nach unten gehen und zur Trennung der einzelnen Sammlerplatten von einander dienen. An Platten enthält jeder Sammler 2 negative und 1 positive; die positive wird in die mittlere der durch die Rippen gebildeten Rinnen, die negativen Platten werden in die beiden seitlichen Rinnen geschoben. Bei den Böseschen Sammlern (Fig. 69) verhindern Nasen, welche sich

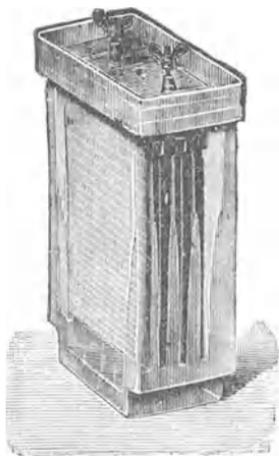


Fig. 70.

Telegraphensammler
der Akkumulatorenfabrik A.-G.

am oberen Rande der Platten befinden und auf einen Vorsprung des Glases zu liegen kommen, daß die Platten auf den Boden des Gefäßes aufstoßen. Bei den Telegraphensammlern der Akkumulatorenfabrik A.-G. (Fig. 70) zeigt das Glasgefäß in einigem Abstand vom Boden eine Verengung. Auf die an dieser Stelle im Glase gebildete Stufe stützen sich die Platten mit ihren unteren Rändern, sodaß sie gleichfalls in einem Abstand von etwa 2 cm vom eigentlichen Gefäßboden gehalten werden. Beide Maßnahmen, die Platten nicht unmittelbar auf den Boden

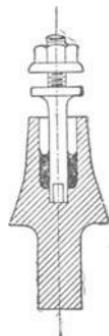


Fig. 71.

Öl-Polsschub.

aufstoßen zu lassen, bezwecken, daß etwa ausgefallene Plattenmasse nicht eine Verbindung zwischen einer positiven und einer negativen Platte bilden und damit zu einem Kurzschluß der Zelle führen kann. Jede Platte ist mit einem Polansatzstreifen aus Blei versehen. Nach der Einstellung in das Glasgefäß müssen sich die Polansätze für die negativen Platten und der Polansatz der positiven Platte auf verschiedenen Seiten des Gefäßes befinden. Die beiden negativen Polansätze werden mit einander verlötet. Die Hintereinanderschaltung mehrerer Sammler erfolgt bei den Böseschen Sammlern durch Verlöten. Bei den Sammlern der Akk.-Fabr. A.-G. trägt jeder Sammlerpol eine Klemmschraube aus Messing (Fig. 71). Um die Stelle, an welcher die bleierne Polableitung mit der Messingklemme verlötet ist, greift eine mit der Polableitung verschmolzene Rinne aus Blei herum. In die Rinne wird Öl oder Vaseline gefüllt, welches verhindert, daß Säure an die Lötstelle

herantritt und hier unter Mitwirkung von Elektrolyse zerstörend wirkt. Neuerdings liefert die Akkumulatorenfabrik A.-G. auch Sammler mit fertig verlöteten Plattensätzen. Bei dieser Type werden die Endplatten jeder Gruppe meist mit angelöteten verbleiten Kupferdrähten geliefert, sodaß leicht zerstörbare Metallteile sich nicht in der Nähe der Sammler befinden.

Die Großoberflächenplatte der Akkumulatorenfabrik A.-G. besteht aus einer massiven Bleiplatte von 145 mm Länge, 100 mm Breite und 7 mm Dicke, in welche eine große Anzahl tiefer Längsfurchen eingeschnitten ist (Fig. 72). Man schätzt, daß die Oberfläche der gefurchten Platte ungefähr 8 mal so groß sei als die einer glatten Platte. Zur Versteifung der Platte dienen Querrippen.

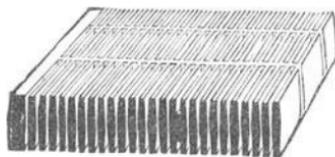


Fig. 72.

Großoberflächenplatte
der Akkumulatorenfabrik A.-G.

Die negative Gitterplatte des Telegraphensammlers der Akkumulatorenfabrik A.-G. (Fig. 73) ist 145 mm lang, 100 mm breit und 5 mm dick. Sie stellt sich dar als ein Netz aus Bleileisten mit ziemlich großen rechteckigen Maschen. Die Maschen werden mit den Bleisalzen ausgefüllt.

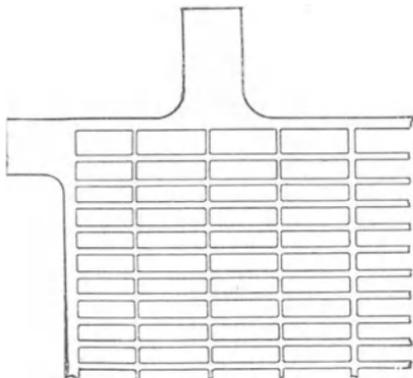


Fig. 73.

Gitterplatte der Akkumulatorenfabrik A.-G.

und zwischen sich eine große Zahl von Hohlräumen und Rinnen lassen. Diese Hohlräume und Rinnen überkleiden sich bei der Formierung mittels Stromes mit der aktiven Masse. Die Platte ist 120 mm lang, 86 mm breit und 13 mm dick.

Die negative Gitterplatte der Firma Böse & Ko.,

(Fig. 75) ist das sogenannte Corrensgitter. Es wird dadurch erhalten, daß zwei Bleigitter mit quadratischen Öffnungen so übereinander gelegt werden, daß die Öffnungen sich nicht decken, sondern um die halbe Quadratseite gegen einander verschoben sind. Beide Gitter stehen am Rande durch einen Blei-rahmen mit einander in Verbindung. Außerdem sind die einander gegenüberstehenden Rippen der Bleigitter an ihren Kreuzungsstellen durch Bleistege verbunden. Die negative Corrensplatte für Telegraphensammler ist 120 mm lang, 100 mm breit und 7 mm dick.

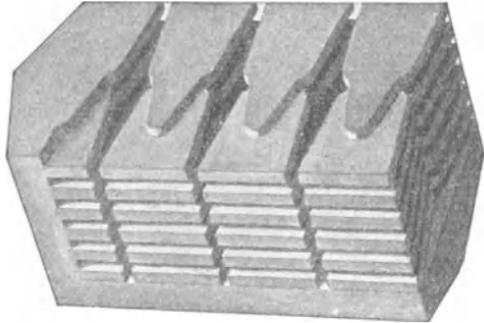


Fig. 74.

Großoberflächenplatte von Böse (vergrößert).

Die Masseplatten der Firma Böse & Ko.

(Fig. 76) sind, wie bereits angedeutet, dadurch kenntlich, daß massives Blei nur in Form eines schmalen, rechteckigen Rahmens vorhanden ist, welcher einen Block aktiver Masse umschließt. Die aktive Masse (Bleioxyd) wird durch entsprechende Behandlung, z. B. durch Versetzung mit Teerdestillations-Rückständen

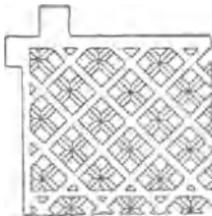


Fig. 75.

Correnssches Gitter.

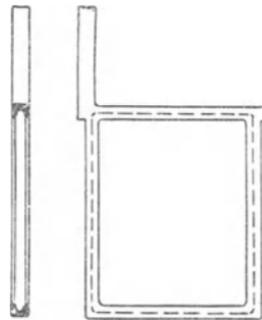


Fig. 76.

Rahmen für die Masseplatte von Böse.

oder Essigsäure etc., in einen harten, festen Körper verwandelt. Ein besonderer Gitterträger ist deshalb nicht erforderlich. Das Erstarren erfolgt erst, nachdem bereits der Blei-rahmen gefüllt ist. Die Masse bleibt trotz der Erhärtung porös genug, um die

bei der Ladung bzw. Entladung herantretenden Gase schnell aufnehmen zu können. Um dem Elektrolyt besseren Zutritt zu sichern, werden in die aktive Füllmasse eine größere Anzahl kleinerer, sowie in der Platten-Mitte ein größeres Loch eingestochen. Die Maße der Böseschen Masseplatte für Telegraphensammler sind ungefähr dieselben wie die einer Correns-gitterplatte.

Fernsprechsammler. Es werden neuerdings ebenfalls Großoberflächensammler der Akkumulatorenfabrik A.-G. und der Firma Böse & Ko. verwendet. Die Vermittelungsämter mit Zentralbatteriesystemen erhalten 2 Batterien von je 10 oder 12 Zellen, deren Kapazität je nach dem Verkehrsumfang bis zu 3000 AS beträgt. Als Sammlergefäße werden offene Glasgefäße oder (bei Kapazitäten von etwa 700 AS aufwärts) mit Blei ausgeschlagene Holzkästen benutzt. Bei Ämtern mit anderen Systemen haben die Batterien nur den Strombedarf des Amtes zu decken. Bei kleineren Ämtern reichen dazu Telegraphenzellen aus, bei stärkerem Verkehr sind größere Typen erforderlich. Für die Speisung der Amtsmikrophone dienen noch vielfach die früher allgemein gebräuchlichen achtzelligen Sammlerkästen mit Vorrichtung zum Parallelschalten der Zellen im Betriebe und zum Hintereinanderschalten bei der Ladung. Die Kapazität der größtenteils mit Masseplatten ausgerüsteten Zellen beträgt 36 AS. Als Mikrophonsammler für Teilnehmerstellen wurden früher bei einigen Vermittelungsämtern Einzelzellen mit Masseplatten von 30 AS beschafft.

II. Ladung und Entladung der Sammler.

Ladestromquelle. Für die Telegraphensammler wird bei kleineren Telegraphenämtern eine Batterie von Kupferelementen benutzt. Die Größe der Ladebatterie ist so zu bemessen, daß die Überspannung (EMK der Kupferbatterie vermindert um die Sammlerspannung) den Sammlern mindestens genau so viel Strom zuführt, als diesen durch den Betrieb entzogen wird. Die Spannung eines Kupferelementes wird hierbei mit 1 Volt, die Klemmenspannung einer Sammlerzelle (Ladespannung) mit 2,2 Volt in Rechnung gesetzt. Der Widerstand eines Kupferelementes wird auf 4 Ohm veranschlagt, der einer Sammlerzelle wegen seiner Kleinheit neben den anderen Widerständen des Kreises vernachlässigt. Für jede zu speisende Arbeitstromleitung ist den Sammlern ein Strom von durchschnittlich 0,0025 Ampere zuzuführen (Formel s. Seite 89).

Bei Telegraphenämtern an Orten mit öffentlichem Elektrizitätswerk werden die Telegraphensammler aus letzterem geladen, da diese Ladeweise sich erheblich billiger stellt, als diejenige aus einer Kupferbatterie. Als Ladestromstärke wird in diesem Falle die für jede Sammlertypen höchstens zulässige gewählt.

Mikrophonsammler und größere Sammler für Fernsprechämter werden stets durch Starkstrom geladen. Oftmals können die Sammler zur Ladung nicht unmittelbar an die Kabel des Werkes angeschlossen werden, wenn das Werk nur Wechselstrom oder Gleichstrom von zu hoher Spannung liefert. Es muß dann eine Umformung des Stromes auf Gleichstrom von der erforderlichen Spannung (zumeist 30 Volt) stattfinden. Die Umformung erfolgt durch einen sog. Umformer. Letzterer besteht aus einem Elektromotor, welcher durch den Strom des Netzes in Drehung versetzt wird und seinerseits eine Dynamomaschine dreht, die für die erforderliche Spannung gebaut ist. Haben die Betriebssammlerbatterien sehr verschiedene Spannungen, so sind sie so zu unterteilen, daß durch Parallel- oder Hintereinanderschaltung bei der Ladung die Ladespannung möglichst voll ausgenutzt werden kann und nur zu einem geringen Teil in Widerständen nutzlos vernichtet werden muß.

Ladeapparate. Außer den Umformermaschinen gehören bei der Ladung mit Starkstrom zu einer Ladestelle noch verschiedene andere Apparate. Es sind dies:

1. Schmelzsicherungen, je eine doppelpolige für den Motor und den Stromerzeuger des Umformers, sowie für jede Abzweigung von dem Stromerzeuger und jede Abzweigung von der Sammlerbatterie, vgl. S in Fig. 78, \boxtimes in Fig. 79,
2. Hebelausschalter, je ein doppelpoliger für den Motor, den Stromerzeuger und jede Abzweigung von letzterem, vgl. A in Fig. 78,
3. Strommesser, je einer für jede Abzweigung von dem Stromerzeuger, vgl. Fig. 78,
4. Minimalausschalter (je einer für jede Abzweigung von dem Stromerzeuger), welche den Ladestromkreis selbsttätig unterbrechen, sobald die Spannung der unter Ladung stehenden Sammlerbatterie die Maschinenspannung erreicht hat, und dadurch verhindern, daß die Sammlerbatterie sich in die Dynamomaschine entlädt und diese umpolarisiert, MA in Fig. 78, NA (Nullausschalter) in Fig. 80 und 82.

5. Regelwiderstände, für jede Abzweigung von der Maschine mindestens einer, R_1 und R_2 in Fig. 78,
6. Hebel- oder Kurbelumschalter (für jede zu ladende Sammlergruppe ein doppel- oder mehrpoliger), um die Sammlerbatterien nach Belieben auf Ladung zu legen oder für den Betrieb einzustellen, I bis XI in Fig. 79,
7. Klinken und Zwillingstöpfe, um an Stelle erschöpfter Gruppen frische Aushilfsgruppen einzuschalten (für jede Betriebssammlergruppe eine Klinke, für jede Aushilfsgruppe ein Zwillingstöpfe), Fig. 79.

Die Apparate für die Umformmaschine und die für die Abzweigungen vom Stromerzeuger werden gewöhnlich auf je einem, oft auch alle zusammen auf einem gemeinsamen Marmorbrett vereinigt (Fig. 78); die Schalter und Klinken für die Batterien werden zu einem Schaltschrank (ähnlich wie ein Klappenschrank) zusammengesetzt (Fig. 79). Neuerdings wird statt dieses hölzernen Schaltschranks auch ein marmornes Schaltbrett gewählt.

Die Ladung. Eine entladene Sammlerzelle hat in der Regel, so lange sie in einem Stromkreis mit starkem Stromverbrauch eingeschaltet ist, noch eine Spannung von 1,80 bis 1,85 Volt; unter diese Grenze soll die Entladung nicht getrieben werden, vgl. Seite 31. Bei der Ladung steigt die Spannung, erst rasch auf etwa 2,0 bis 2,1 Volt, dann langsam bis etwa 2,2 Volt und schließlich wieder rasch bis auf 2,5, sogar bei Ladung mit starkem Strom bis zu 2,7 Volt. Die zu einer Batterie vereinigten Zellen sind hintereinander geschaltet, daher ist die Batteriespannung das Vielfache der vorigen Zahlen. Lädt man mit gleichbleibender Spannung, so wird infolge des Wachsens der Batteriespannung die Stromstärke allmählich geringer. Bei der Reichs-Telegraphen-Verwaltung wird in der Regel mit gleichbleibender, jedenfalls mit vorher bestimmter Stromstärke geladen. Bedeutet E_L die zur Verfügung stehende Ladespannung, E_B die Batteriespannung, W_B den Widerstand der Batterie und W_S den übrigen Widerstand des Stromkreises, so ist die Stromstärke

$$J = \frac{E_L - E_B}{W_B + W_S}$$

Denn als wirksame Spannung bleibt nur der Unterschied zwischen den beiden vorhandenen, gegen einander gerichteten Spannungen übrig. Um eine vorgeschriebene Stromstärke J zu

erhalten, muß man also W_s veränderlich machen, indem man einen regelbaren Widerstand R (Fig. 78) einschaltet. Die Kurbel des letzteren wird nach den Angaben des Strommessers J eingestellt, sodaß die gewünschte Stromstärke erzielt wird.

Bei der ersten Ladung nach der Neuaufstellung nehmen die Sammler die 3- bis 4fache Energiemenge auf; die Ladung ist dementsprechend auszudehnen.

Die Sammler dürfen niemals mit einer größeren als der angegebenen höchsten Ladestromstärke geladen werden; sonst würde der chemische Vorgang nicht mehr, wie auf Seite 31 angegeben, verlaufen, sondern unter Entwicklung von Sauerstoff- und Wasserstoffgas an den Platten, welche hierdurch leiden können. Die Ladung ist beendet, sobald an den positiven und den negativen Platten kräftige Gasentwicklung stattfindet.

Die Entladung. Während der Entladung nimmt die Spannung der Sammlerzelle ab, zunächst rasch auf etwa 2,0, dann langsam bis auf etwa 1,85 Volt und, wenn man sie weiter fortsetzt, schließlich wieder rasch. Die Entladung erfolgt im Telegraphen- und Fernsprechtbetriebe gewöhnlich mit einer viel geringeren als der zulässigen Stromstärke. Sie ist beendet, sobald die Säuredichte auf die untere Grenze von etwa 18° Baumé gefallen ist.

Für die zur Feststellung des Lade- und Entladezustandes erforderlichen Säuremessungen ist dem Sammler mittels einer Pipette ein wenig Säure zu entnehmen. Letztere wird in ein nicht zu weites Standglas gefüllt, in welchem sich das Aräometer befindet. Bei größeren Sammlertypen befindet sich in jedem Sammler ein Aräometer, sodaß es der Entnahme von Säure nicht bedarf.

Neben den Säuremessungen werden zur Kontrolle Spannungsmessungen ausgeführt.

Die Unterhaltung der Sammler beschränkt sich darauf, daß die Säuredichte, welche mit der Zeit langsam zunimmt, durch Nachfüllung von destilliertem Wasser auf der richtigen Höhe gehalten wird, überhaupt ab und zu Säure nachgefüllt wird. Ölpol-schuhe (Fig. 71), mit denen etwa die Sammler ausgerüstet sind, müssen alle 14 Tage mit neuem Öl versehen werden. Daneben müssen die Sammler darauf hin beobachtet werden, ob nicht durch Verbiegung der Platten u. dgl. Kurzschlüsse eingetreten sind, welche baldigst beseitigt werden müssen.

Die allgemeinen Vorschriften über die Einrichtung und Unterhaltung von Sammleranlagen sind in der „Anweisung zur Aufstellung und Unterhaltung von Sammlerbatterien“ enthalten. Über die besonderen örtlichen Verhältnisse wird von der Ober-Postdirektion eine dem Reichs-Postamte vorzulegende Ergänzungs-Anweisung aufgestellt.

Schaltungen für den Sammlerbetrieb. Die Sammler werden je nach der Größe des Amtes in verschiedener Weise geladen. Einige der gebräuchlichen Schaltungen werden durch die Fig. 77—82 dargestellt.

1. Ladung aus Kupferelementen. Auf kleineren Telegraphenämtern werden zur Ladung Kupferelemente benutzt. Das in Fig. 77 dargestellte Beispiel sieht zwei Sammlerbatterien vor, eine positive von 80 und eine negative von 10 Zellen, mit Abzweigungen nach je 10 Zellen. Letztere

führen über Schmelzsicherungen S für 6 A an ein Holzbrett mit Klemmen (Meßbrett M), an denen die einzelnen Gruppen von je 10 Zellen auf ihre Spannung geprüft werden können, und von da aus weiter zu den Linienumschaltern. Die Zuführungen für +100 und +120 Volt werden zum Betriebe nicht gebraucht.

Zur Ladung dienen 3 Batterien I von 90, II von 120 und III von 30 hinter einander verbundenen Kupferelementen. In die Ladezuführungen der Batterien I und II sind 2 Strommesser eingeschaltet. Die Kupferbatterie I besorgt die Ladung der untersten Hälfte der positiven Sammlerbatterie (0 bis 80 Volt Spannung); die Batterie II hat die obere Hälfte dieser Sammler-

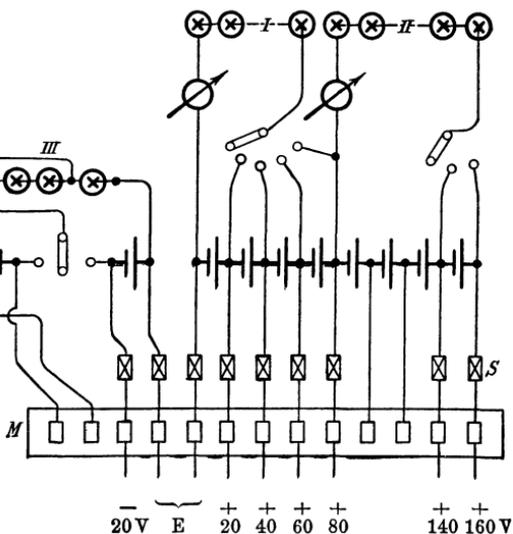


Fig. 77.
Sammleranlage für ein kleineres Telegraphenamts
(Ladung aus Kupferelementen).

batterie zu laden. Da die unterste Gruppe von 10 Sammlerzellen der positiven Batterie die meisten, jede folgende Gruppe weniger Leitungen zu speisen hat, und demgemäß bei der Ladung der untersten Gruppe die größte Strommenge, jeder folgenden Gruppe weniger Strom zuzuführen ist, sind 2 Umschalter mit 4 bzw. 2 Feldern vorgesehen, welche ermöglichen, die einzelnen Gruppen, sobald sie vollgeladen sind, mit der obersten beginnend der Reihe nach abzuschalten. Die Kupferbatterie III besorgt je nach der Stellung eines Kurbelumschalters die Ladung der negativen Betriebssammler - Batterie oder einer Aushilfssammlerbatterie von 10 Zellen, welche für den Fall des Versagens einer Betriebssammlergruppe vorgesehen ist.

Die Messung der Sammler erfolgt mittels eines Spannungsmessers mit einem Meßbereich bis zu 30 Volt; die Spule des Spannungsmessers endet in einem Zwillingstüpsel, welcher genau in Vertiefungen zweier benachbarter Klemmen des Meßbrettes paßt.

2. Ladung aus dem Starkstromnetz wird bei neueren Batterieanlagen bevorzugt, besonders wenn auch für ein Fernsprechart Sammler zu laden sind. Fig. 78 und 79 stellen die Ladung unter Zuhilfenahme eines Umformers (Seite 88) dar.

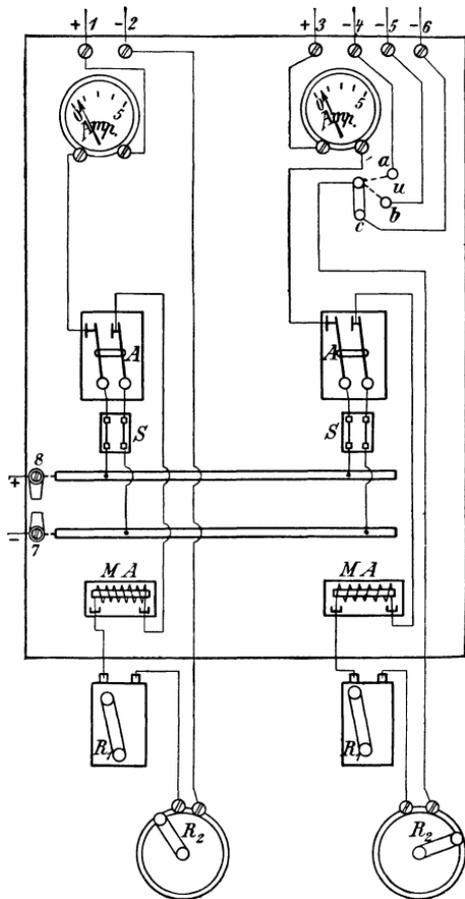


Fig. 78.

Verteilungsumschalter
für ein mittleres Telegraphenamt
(Ladung mit Umformer).

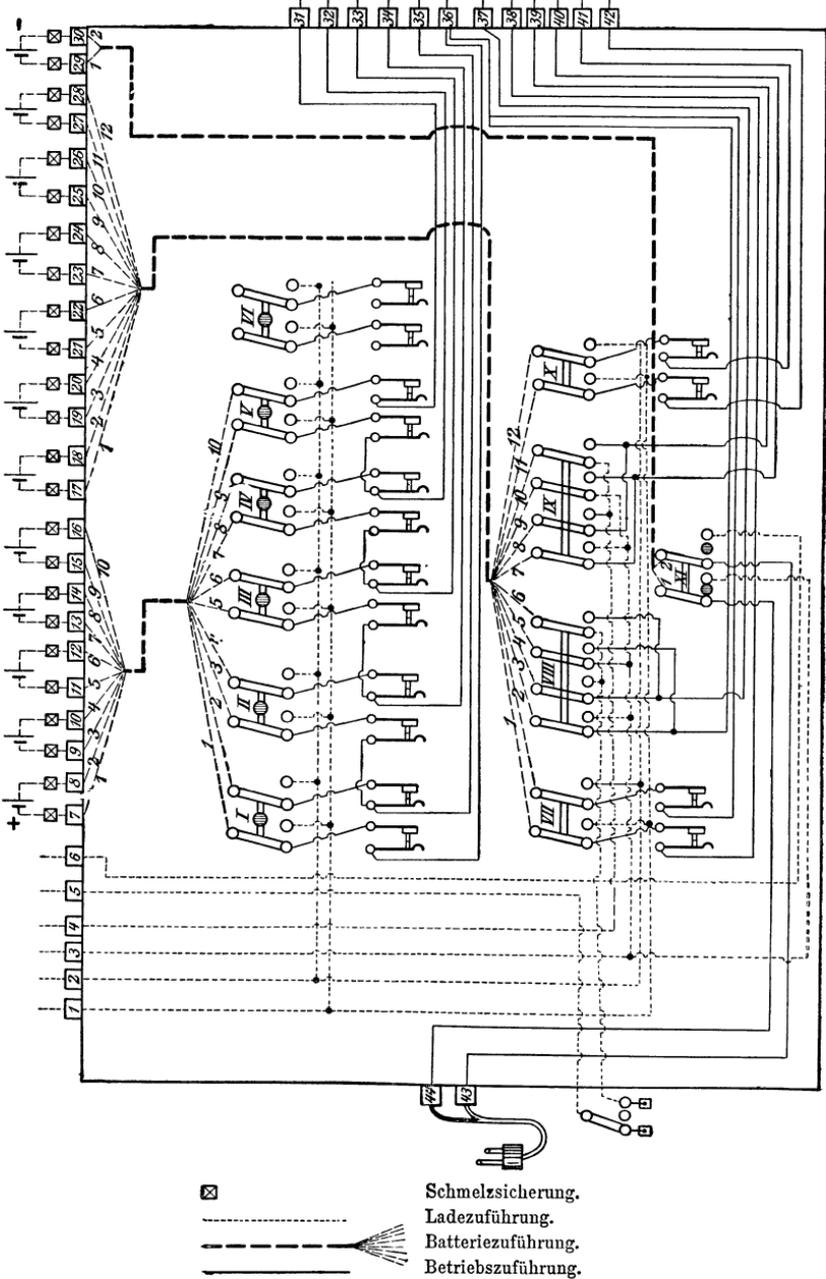


Fig. 79.

Hauptumschalter der Sammleranlage eines mittleren Telegraphenamtes
(Ladung mit Umformer).

Für den Motor des Umformers ist meist nur ein Schaltkasten, enthaltend einen doppelpoligen Ausschalter und eine Sicherung, welche hier nicht gezeichnet sind, vorhanden. Die Dynamo des Umformers, welche eine Spannung von 30 V und einen Strom von 8 bis 10 A liefert, ist mit den Klemmen 7 und 8 des sog. Verteilungsumschalters (Fig. 78) verbunden. Von diesen Klemmen, welche Ansätze mit Vertiefungen zum Messen der Maschinen-spannung haben, gehen Sammelschienen aus, welche den Strom auf die vorhandenen beiden Ladekreise verteilen. Die auf den beiden Schaltbrettern verteilten Apparate ergeben sich aus der Zusammenstellung auf Seite 88 u. 89. Der Stromlauf läßt sich leicht verfolgen; die mit 1 bis 6 bezeichneten Klemmen der Fig. 78 sind mit den gleich bezeichneten der Fig. 79 oben links verbunden. Die in Fig. 78 beigesetzten + und — bedeuten die Polarität des Ladestromes.

Die Sammlerbatterien sind über Schmelzsicherungen (6 A) an die Klemmen 7 bis 30 des Ladeumschalters herangeführt. Es sind vorhanden (in der Skizze von links beginnend):

Klemmen 7 bis 16: Negative Arbeitsstrombatterie von 50 Telegraphen-Zellen (Abzweigungen bei — 20, — 40, — 60, — 80, — 100 Volt), welche zum Wecken in den Fernleitungen des Fernsprechamtes mitbenutzt wird;

Klemmen 17 und 18: Positive Ruhestrombatterie von 10 Telegraphenzellen (Spannung: 20 V);

Klemmen 19 bis 22: 2 negative Ruhestrombatterien von je 5 größeren Zellen zu 40 Amperestunden (je 10 Volt Spannung);

Klemmen 23 bis 26: 2 Mikrofonbatterien von je 10 Zellen zu 40 Amperestunden;

Klemmen 27 und 28: Batterie von 10 Telegraphenzellen für eine durchgehende Ruhestromleitung;

Klemmen 29 und 30: Aushilfsbatterie von 10 Zellen zu 40 Amperestunden.

Die 10 Zellen jeder Mikrofonbatterie werden durch einfache Zellenschalter für den Betrieb parallel (Spannung: 2 Volt), für die Ladung hinter einander (Spannung: 20 Volt) geschaltet. Bei den übrigen Batterien bleiben die Zellen für den Betrieb, wie auch für die Ladung hinter einander geschaltet. Von den Klemmen der Batteriegruppen (je 5 oder 10 Zellen) führen Leitungen zu den Kurbelumschaltern. Die beiden Doppelkurbel-Umschalter für die negativen Ruhestrombatterien und ebenso diejenigen für die beiden

Mikrofonbatterien sind fest mit einander verkuppelt. Unter jedem der übrigen Doppelkurbelumschalter (ausgenommen derjenige für die Aushilfsbatterie) ist je eine Zwillingsklinke angebracht, deren beide Auflagen mit den linken Kontaktstücken des Umschalters verbunden sind. Bei Linksstellung dieser Doppelkurbelumschalter (I bis VI, VII und X) sind die Batterien über die Klinken mit den Betriebszuführungen (Klemmen 31 bis 42) verbunden. Die Aushilfsbatterie ist bei Linksstellung ihres Umschalters (XI) mit einem Zwillingsstöpsel (Klemmen 43 und 44) verbunden.

Bedarf eine der an den Umschaltern I bis VI, VII und X liegenden Betriebs-Batterien bzw. Batteriegruppen der Ladung, so wird zunächst der Zwillingsstöpsel der Aushilfsbatterie in die Klinke des betr. Umschalters gesteckt, wodurch die erschöpfte Betriebsgruppe dem Betriebe entzogen und an ihrer Stelle die Aushilfsgruppe eingeschaltet wird. Danach wird der Doppelkurbelumschalter nach rechts gelegt, womit die Gruppe in den Ladekreis I gelegt wird. Hierauf werden nach Ingangsetzung des Umformers am Verteilungsumschalter die Regelwiderstände mit ihrem vollen Widerstande eingeschaltet; dann der Ladekreis durch Umlegung des Ausschalters A geschlossen und schließlich die benötigte Lade-Stromstärke (2,5 A) durch Regelung der Widerstände R_1 und R_2 erzielt. Da aus dem Ladekreis I mehrere (8) Batteriegruppen zu laden sind und der Sicherheit halber nicht zwei oder mehrere Gruppen parallel geladen werden dürfen, ist streng darauf zu achten, daß stets nur einer der Umschalter I bis VI, VII und X nach rechts liegt.

Von den beiden negativen Ruhestrom- und den beiden Mikrofonbatterien ist je nach der Stellung der Umschalter VIII und IX immer die eine zum Betriebe eingeschaltet, während die andere zur Ladung bereit steht. Diese 4 Batterien, sowie die Aushilfsbatterie werden aus dem Ladekreise II geladen; hier sorgt der Umschalter U des Verteilungsumschalters automatisch dafür, daß nicht mehr als eine Batterie zur Ladung eingeschaltet werden kann. Im übrigen sind für die Ladung im Ladekreis II dieselben Handgriffe gültig wie für den Ladekreis I. Die Ladestromstärke im Ladekreis II beträgt 5 A.

Etwas dem Amte zur Verfügung stehende Einzelzellen (als Ersatz u. dgl.) können mittels eines auf der linken Seitenwand des Ladeumschalters angeschraubten Einfachkurbelumschalters (es

dürfen höchstens 5 Einzelzellen in Hintereinanderschaltung angelegt werden) gemeinsam mit einer der negativen Ruhestrombatterien aufgeladen werden.

Alle Kurbeln der Umschalter am Ladeschaltschrank sind mit Vertiefungen versehen, sodaß beim Einsetzen der Handhabe eines Spannungsmessers (Meßbereich: 30 Volt) die Batteriegruppen auf Spannung geprüft werden können.

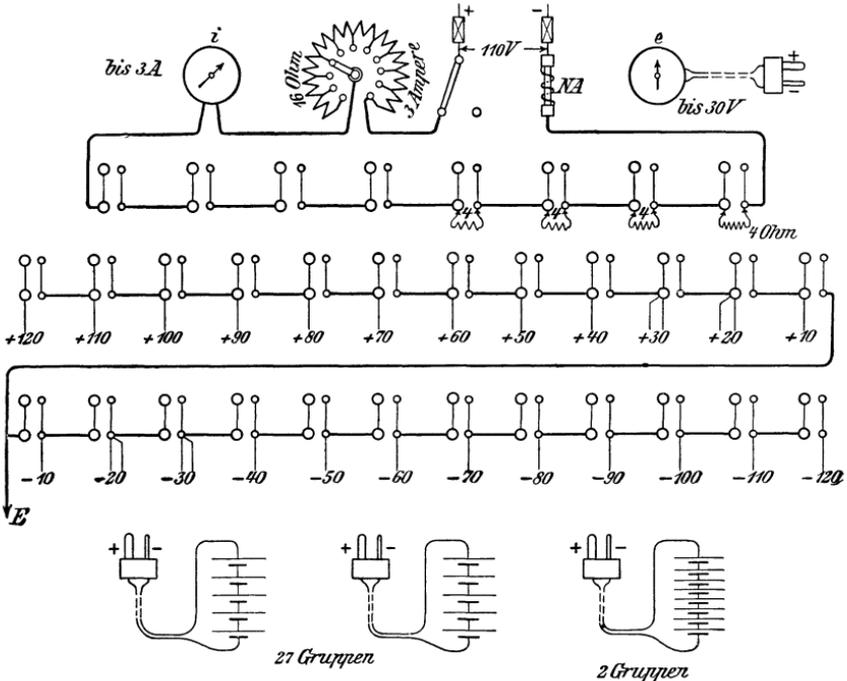


Fig. 80.

Sammleranlage für ein mittleres Telegraphenamt (Ladung aus dem Netz mit 110 Volt).

Fig. 80 stellt eine Ladeeinrichtung dar, die unmittelbar aus dem Netz eines Elektrizitätswerks mit 110 Volt Gleichstrom gespeist wird. Auf der Schalttafel sind 6 Reihen Doppelklinken angebracht, die paarweise parallel geschaltet sind. Die oberste Doppelreihe dient der Ladung (Ladeklinken), die beiden andern Doppelreihen sollen die Batterie zur Lieferung des Betriebsstromes verbinden (Betriebsklinken). Die obere Doppelklinke jedes Paares dient als Meßklinke, bei den unteren beiden Doppelreihen außerdem noch als Aushilfsklinke. Die Pole der Batteriegruppen liegen

an Doppelschnüren mit Doppelstöpseln und können auf beliebige Betriebs- oder Ladeklinken gestöpselt werden. Von 27 Gruppen zu 5 Zellen (10 V) liefern 20 die Spannungen von + 80 bis - 120 V; die Klinken für + 90 bis + 120 V werden nicht benutzt. Die übrigen 7 Gruppen stehen auf Ladung oder zur Auswechselung bereit. Zwei Gruppen von je 8 Zellen dienen zum Mikrophonbetrieb; eine wird auf Ladung geschaltet, die andere liefert den Strom für die Amtsmikrophone. Durch Einfügen der Doppelstöpsel in die Betriebsklinken bildet man für die Arbeits- und (amtsendigenden) Ruhestromleitungen eine gemeinsame Batterie mit Abzweigungen hinter jeder fünften Zelle. Zur gleichmäßigen Beanspruchung werden die Batteriegruppen abwechselnd auf die Spannungsstufen mit verschieden starkem Stromverbrauch geschaltet. Erschöpfte

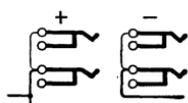


Fig. 81 a.

Gruppen werden auf die Ladeklinken gestöpselt, nachdem sie vorher an den Aushilfsklinken (Fig. 81 a) durch frische Gruppen ersetzt sind. Erst wenn so viel

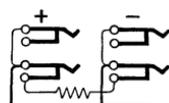


Fig. 81 b.

Zellen auf Ladung stehen, daß man die 110 V Netzspannung wirtschaftlich ausnutzen kann, schaltet man den Ladestrom ein und gleicht mit dem Kurbelwiderstand den Strom ab. Damit man ausnahmsweise auch weniger Zellen laden kann, sind die vier letzten Ladeklinken mit Widerständen zu 4 Ohm ausgerüstet (Fig. 81 b), die eingeschaltet sind, solange keine Stöpsel in diesen Klinken stecken. — NA ist der Null- oder Minimalausschalter, s. Seite 88 (unten). — Die Spannungen von ± 20 und ± 30 V werden auch zum Betriebe des Polwechslers und zum Anruf in Fernleitungen benutzt.

Bei der Einrichtung nach Fig. 82 wird jede Batteriegruppe von 10 Zellen an einen doppelpoligen Umschalter mit zweimal vier Kontakten geführt; jede Reihe wird alle 4 Tage um einen Kontakt nach rechts weiterbewegt; die Gruppe, welche auf dem dritten Kontakt steht, wird schon nach 2 Tagen auf den vierten Kontakt und nach 4 Tagen auf den ersten Kontakt gestellt. Die isolierten Kupplungsstangen werden durch Schraubenspindeln bewegt. Die zusammengehörigen 8 zehnzelligen Batteriegruppen bleiben dabei nach der Ladung (1. Kontakt links) zuerst 4 Tage unbenutzt und können als Meßbatterie oder für andere Nebenzwecke verwendet werden (Leitung K K). Dann gelangen sie vom 5. bis 8. Tage auf die höheren Spannungsstufen mit geringem Stromverbrauch und vom 9. bis

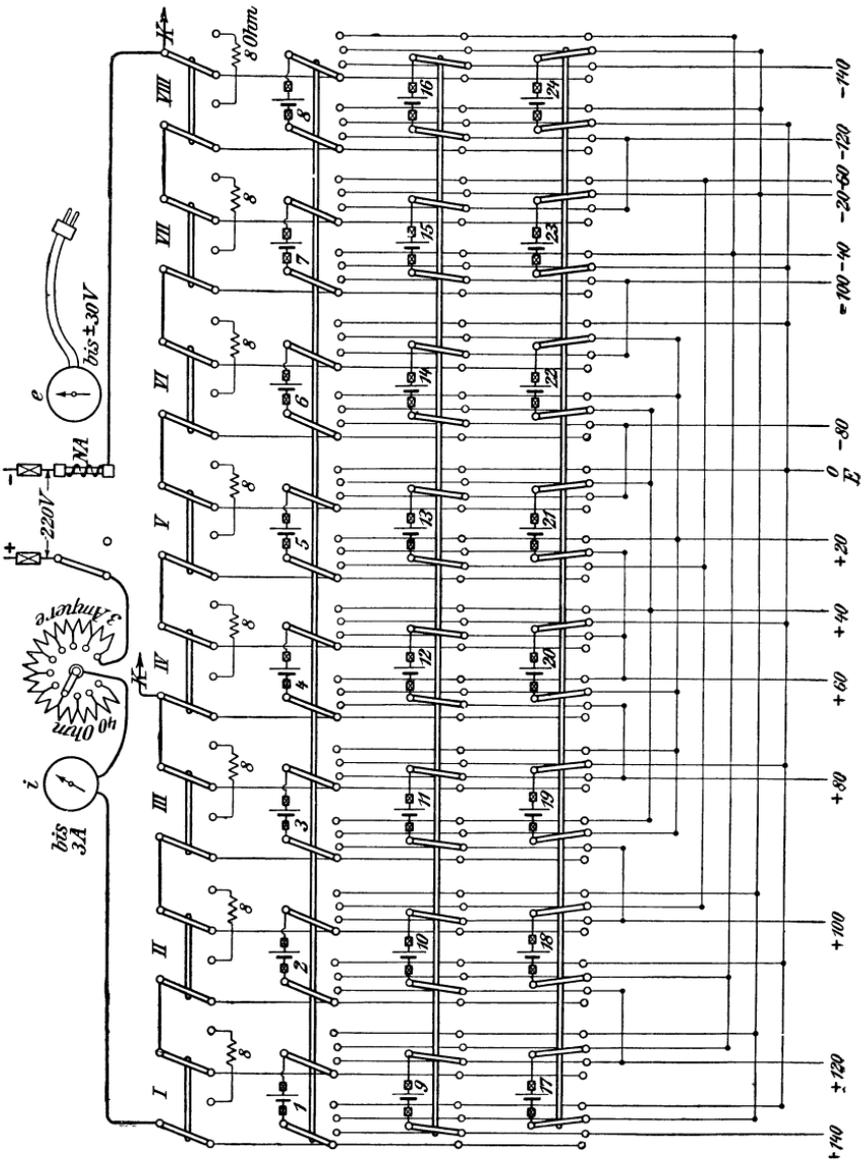


Fig. 82.

Sammleranlage für ein mittleres Telegraphenam
 (Ladung aus dem Netz mit 220 Volt).

12. Tage auf die unteren, stärker belasteten Stufen, wo sie nach 2 Tagen (11. Tag) nochmals gewechselt werden. Auf den besonders stark beanspruchten Stufen + 20 und - 20 V sind immer 2 Gruppen parallelgeschaltet. Bei jedem Rundlauf wird den Gruppen annähernd die gleiche Strommenge entnommen (etwa 10 bis 13 AS), sodaß die zusammengehörigen 80 Zellen unmittelbar aus dem Netz mit 220 Volt Gleichstrom geladen werden können, und die Ladezeit wesentlich verkürzt wird. Geladen wird nur jeden 4. Tag.

Siebenter Abschnitt.

Der Polwechsler.

Zweck. Der Polwechsler dient dazu, eine Batterie abwechselnd mit dem positiven (Kohle-, Kupfer-) und negativen (Zink-) Pole an eine Leitung zu legen und so Ströme von regelmäßig wechselnder Richtung in diese Leitung zu senden, z. B. beim Fernsprechtbetriebe in der Absicht, polarisierte Wecker zum Ertönen zu bringen.

Konstruktion. Zwischen den Polschuhen $c c$ eines Elektromagnetes (Fig. 83) dreht sich die Ankerzunge d um die Achse a . Die Abreißfeder f_1 zieht die Zunge von den Polschuhen zurück und legt die Blattfeder f des oberen Ankerendes gegen den rechten Kontakt, der mit dem einen Pol der Ortsbatterie OB (zwei Kupferelemente) verbunden ist. Der Kontaktträger ist von dem Elektromagnetgestell isoliert; der Anschlag hat eine Achatspitze, ist also von dem Träger isoliert.

In der beschriebenen Stellung der Ankerzunge ist der Stromkreis der Ortsbatterie OB über die Elektromagnetumwindungen geschlossen, deren Enden einerseits mit dem Metallkörper des Gestells, also auch mit dem Anker d , und andererseits mit dem zweiten Pole von OB verbunden sind. Der Anker wird infolgedessen von den Polschuhen angezogen, unterbricht dadurch den Ortsstromkreis, wird nun sofort wieder durch die Abreißfeder gegen den rechten Kontakt gelegt, schließt damit den Stromkreis wieder u. s. w.

Der Elektromagnet arbeitet demnach als Selbstunterbrecher. Der Anker schwingt rasch hin und her, mit ihm zugleich also auch sein unterer Fortsatz, der als Pendelstange mit verschiebbarer Kugel K gestaltet ist.

Etwa in der Mitte der Pendelstange sitzt die Elfenbeinklammer b und drückt die beiden in den Messingständern s_5 und s_6 befestigten Blattfedern g_1 und g_2 abwechselnd an die Kontakte s_1 s_2 und s_3 s_4 . Mit diesen stehen, wie die Schaltung in Fig. 84 zeigt, die Pole der Weckbatterie in Verbindung, während die Messingstäbe s_5 s_6 mit der Leitung und der Erde (oder bei Doppelleitungen mit den beiden Leitungszweigen) verbunden werden.

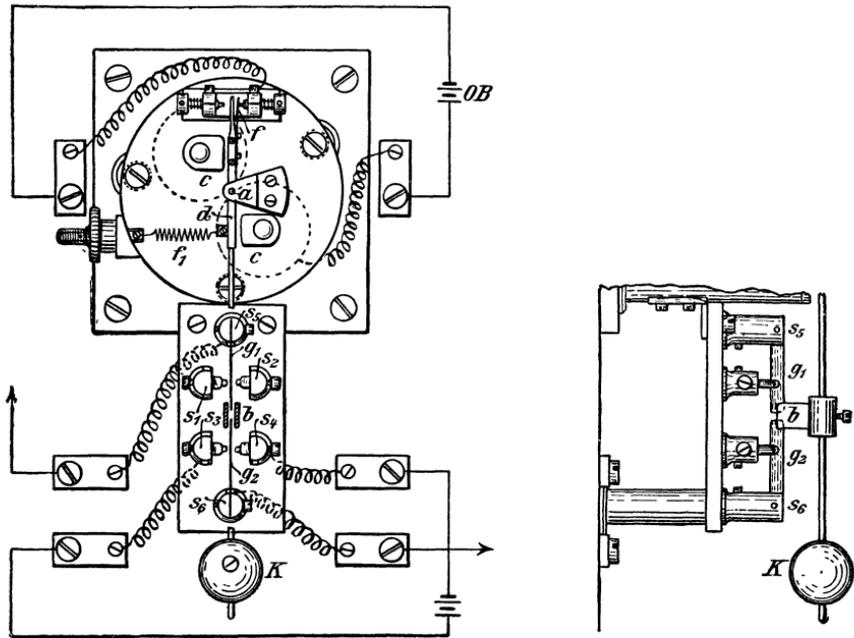


Fig. 83.
Polwechsler.

Schaltung (Fig. 84). Gewöhnlich werden zwei Polwechsler nebeneinander aufgehängt, damit beim Versagen des einen der andere ohne Zeitverlust eingeschaltet werden kann. Die Umschaltung ermöglicht der dreifache („dreipolige“) Umschalter U . Sollen beide Polwechsler außer Tätigkeit treten, so wird der zweifache Umschalter U_1 umgelegt, wodurch sowohl die Orts-, wie die Weckbatterie (Linienbatterie) geöffnet werden.

Die in der Zeichnung angedeuteten Widerstände ($w = 40$ Ohm) werden zur Verhütung von Kurzschlüssen gebraucht, wenn als

Weckbatterie Sammler aufgestellt sind. Sind Kupferelemente als Weckbatterie im Betriebe, so sind die Widerstände entbehrlich.

Zwischen die Drähte, die zu den Batteriekontakten der Anruf-tasten führen, die also die schnell wechselnden Rufströme auf-zunehmen haben, ist ein Kondensator von 10 Mikrofara ein-

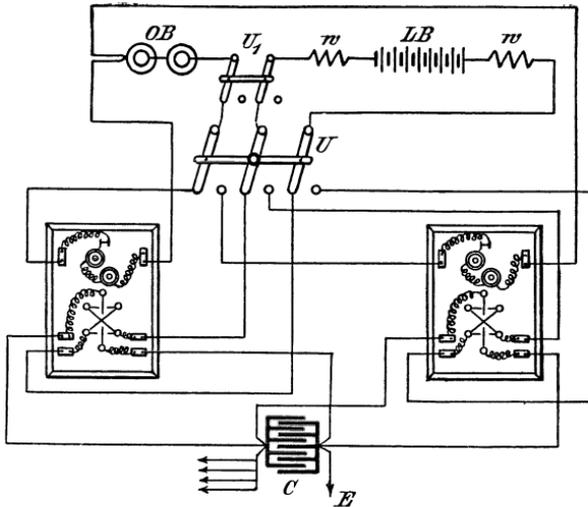


Fig. 84.

Stromlauf des Polwechslers.

geschaltet. Hierdurch wird der Verlauf der Ströme in den vom Kondensator ausgehenden Leitungen in derselben Weise beeinflußt, wie durch ein Kabel mit erheblicher Ladungsfähigkeit; die Ströme steigen weniger steil an und fallen allmählich ab; vgl. Fig. 51, Seite 56. Diese „graduierten“ Ströme äußern nur geringe Induktionswirkungen auf Nachbarleitungen.

Achter Abschnitt.

Kurbelinduktor und Rufmaschinen.

Zweck. Zum Anruf der Fernsprechstellen oder des Vermittlungsamtes benutzt man meist Wechselstrom und polarisierte Wecker. Zur Erzeugung des Wechselstromes erhalten die Fernsprechstellen und kleine Ämter den Kurbelinduktor, größere Ämter besondere Rufmaschinen.

I. Der Kurbel- oder Magnetinduktor.

Konstruktion. Die allgemeine Einrichtung zeigt Fig. 31 auf Seite 43, die Einzelheiten ergeben Fig. 85 a und b. Das magnetische Feld wird von drei Hufeisenmagneten $M_1 M_2 M_3$ erzeugt, deren gleichnamige Pole je durch Polschuhe N und S aus weichem Eisen verbunden sind. Zwischen letzteren kann sich der I-förmige Eisenanker B, C (Fig. 85 b, zu vgl. mit Fig. 31) drehen, um dessen Steg isolierter Kupferdraht in vielen Windungen gewickelt ist. Die Wickelung, deren Widerstand 200 Ohm beträgt, wird gegen Beschädigung durch einen Wachstuchüberzug oder einen Verguß geschützt. Ihr

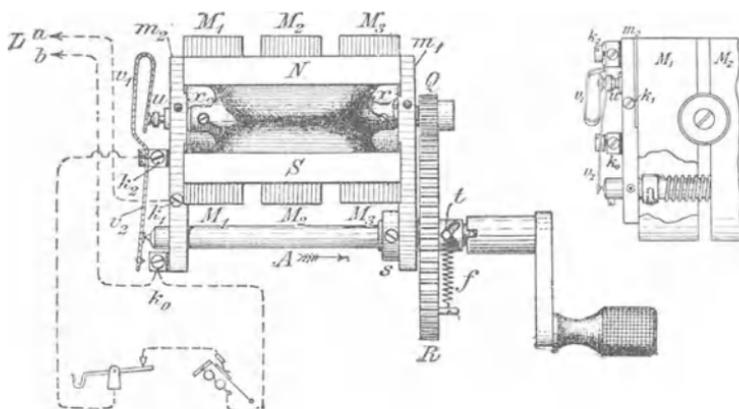


Fig. 85 a. Kurbelinduktor.

eines Ende liegt mittels der Schraube x_1 am Anker und damit am Körper des Induktors; das andere Ende steht durch die mit Hartgummi isolierte Schraube x_2 mit dem Dorn u in Verbindung, der vom Ankerzapfen durch eine Hartgummihülse isoliert ist.

Zur Zeit der Ruhe liegt der Induktor nicht in der Leitung: $L_a k_1$ Körper, Achse A , $v_2 k_2$ Hör- und Sprechapparate, $k_0 L_b$. Die Ankerwindungen sind für sich kurz geschlossen.

Die Kurbel nimmt bei der Drehung anfänglich nur die Achse A mit; hierbei gleitet der Stift t in dem V-förmigen Schlitz der Buchse nach rechts und nimmt die Achse A in derselben Richtung mit; v_2 wird von A gelöst und legt sich an k_0 , der Induktor ist an die Leitung geschaltet: $L_a k_1 x_1$ Ankerwicklung, $x_2 u v_1 v_2 k_0 L_b$. Am Ende des V-förmigen Schlitzes angekommen, nimmt t die

Buchse und das auf ihr sitzende Zahnrad R mit. Dieses greift in den Trieb Q ein und dreht den Anker, der nun seinen Wechselstrom in die Leitung sendet. Wird die Kurbel losgelassen, so finden die Vorgänge in umgekehrter Reihenfolge statt. Die Feder f hat dabei die Aufgabe, den Stift t in die Anfangslage zurückzuführen.

Der linke Teil der Fig. 85 a stellt die ältere Einrichtung des Induktors dar, der rechte Teil die an der neueren Form getroffenen Verbesserungen. Die Kontakte sind besser angeordnet; die Achse A liegt in dem von den Magneten umschlossenen Raume; die Feder f ist durch eine kräftigere, die Achse A umgebende Feder ersetzt.

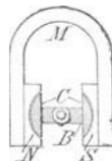


Fig. 85 b.
Magnetische
Anordnung des
Kurbelinduktors.

Die **Klemmenspannung** des Induktors beträgt bei drei Umdrehungen der Kurbel in einer Sekunde etwa 30 Volt. Die Frequenz (vgl. S. 59) beträgt etwa 15—25 Perioden in der Sekunde.

II. Rufmaschinen.

Größere Fernsprechämter erhalten als Rufstromquellen besondere Maschinen. Werden letztere aus dem Netz gespeist, so sind sie als Umformer (vgl. S. 88) eingerichtet. Fig. 86 a stellt den Stromerzeugerteil eines solchen Umformers vor; der Motorteil, der ihm äußerlich vollständig gleicht, ist so mit ihm gekuppelt, daß beide Achsen in eine gerade Linie fallen. Der linke Teil der Fig. 86 a zeigt auf der einen Hälfte die Ansicht der Maschine mit Bürstenhalter und Bürste B, auf der anderen Hälfte einen Schnitt durch einen Feldmagnet M (ohne Spule gezeichnet) und den Ankerkern A, in dessen Nuten eine Bewicklung nach Fig. 35 eingelegt zu denken ist. Statt des Stromwenders in Fig. 35 sind Schleifringe S, wie in Fig. 33, angebracht; mit dem einen Ring wird der Vereinigungspunkt der Leiter 1 und 6, mit dem anderen der der Leiter 7 und 12 verbunden. Die isolierten Ringe S werden durch eine Längsbohrung der Achse hindurch mit der Ankerwicklung verbunden. Äußerlich gleicht der Umformer einer Verdoppelung der Fig. 86 b. Die Spannung des Wechselstroms beträgt 50 V.

Um den Rufstrom der Sammlerbatterie zu entnehmen, verwendet man die Maschine Fig. 86 b. Die Ankerwicklung nach Fig. 35 hat einerseits den Stromwender, andererseits die Schleif-

ringe (Einanker-Umformer). Dort wird der Strom von der Sammlerbatterie (24 V) zugeführt, hier wird Wechselstrom abgenommen, dessen Spannung etwa 17 V beträgt. Um den Wechselstrom auf die zum Rufen nötige Spannung zu bringen, dient ein Induktions-

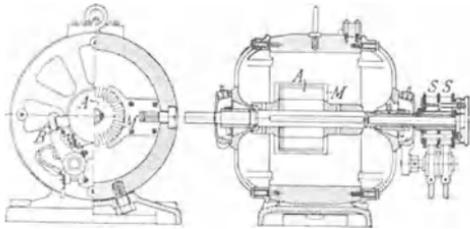


Fig. 86 a. Rufmaschine.

apparat, Fig. 86 c, der Transformator (vgl. S. 50, 51 und Fig. 44). Fig. 86 c (das Schutzgehäuse ist abgenommen) zeigt den eisernen Kern, auf dem zwei Spulen, I und II der Fig. 44, angebracht sind. I wird mit der Wechselstromseite des Einanker-

Umformers verbunden; während die magnetischen Kraftlinien im Eisen gemäß dem Verlauf des magnetisierenden Wechselstromes (Fig. 56) zu- und abnehmen, wird in der Spule II, welche drei- bis viermal so viel Windungen wie I besitzt, ein Wechselstrom von gleicher Frequenz, aber drei- bis viermal höherer Spannung induziert.

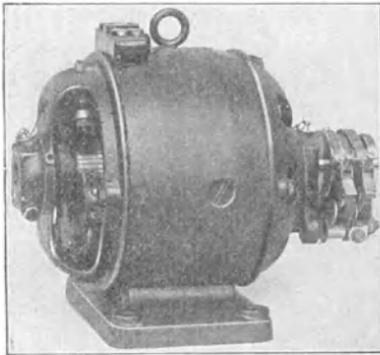


Fig. 86 b. Einanker-Umformer.

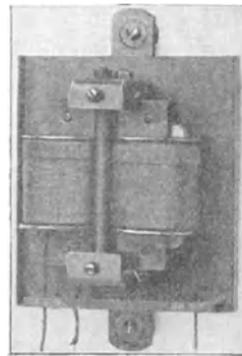


Fig. 86 c. Transformator.

Der Einanker-Umformer dient als Reserve.

Eine Rufmaschine liefert etwa 1 Ampere Wechselstrom von 15 Perioden in der Sekunde und reicht für ein Amt von 10 000 Teilnehmern aus.

Dritter Teil.

Telegraphenapparate.

Ältere Telegraphen.

Als der erste elektrische Telegraph gilt ein von Soemering 1809 gebauter Apparat, in dem durch die Wirkung einer galvanischen Batterie Wasser zersetzt wurde. Für jeden Buchstaben des Alphabets war eine besondere Leitung erforderlich, deren Ende auf der Empfangsseite durch den Boden eines mit angesäuertem Wasser gefüllten Glasgefäßes trat und hier Gasblasen entwickelte, sobald auf der gebenden Seite der Stromweg der Batterie durch die Leitung geschlossen wurde. Zur praktischen Anwendung ist dieser Telegraph indessen nicht gekommen.

1833 stellten Gauß und Weber in Göttingen ihren elektromagnetischen Telegraphen her, der jahrelang den Austausch von Nachrichten zwischen der dortigen Sternwarte und dem physikalischen Kabinet vermittelte. Er beruht auf der Ablenkung der Magnetonadel durch den elektrischen Strom (vergl. S. 33). Als Stromquelle diente bei Gauß und Weber ein Magnetinduktor, als Empfänger ein von Drahtwindungen umgebener, leicht drehbar aufgehängter Magnetstab, dessen Ablenkungen nach rechts und links in bestimmten Gruppierungen das Alphabet bildeten.

In dem von Steinheil 1837 angegebenen Schreibtelegraphen wurden die Bewegungen zweier Magnetonadeln, an deren Enden kleine Farbgefäße befestigt waren, zur Hervorbringung bleibender Schriftzeichen auf einem durch ein Uhrwerk bewegten Papierstreifen benutzt. Je nachdem man den Hebel eines Magnetinduktors nach rechts oder links drehte, wurde das eine oder das andere Magnetstäbchen in der Richtung des Papiers abgelenkt, wodurch Punkte in zwei Zeilen entstanden, die sich zu Schriftzeichen gruppieren ließen.

In England haben sich Cooke und Wheatstone um die Entwicklung der Nadeltelegraphen verdient gemacht. Ihr einfacher Nadelapparat bestand aus einem mit Drahtwindungen umgebenen Rahmen, der eine um eine wagrechte Achse drehbare Magnetnadel enthielt, in einem Gehäuse, auf dessen Vorderseite ein mit der Magnetnadel verbundener Zeiger leicht drehbar gelagert war; unterhalb des Zeigers befand sich ein Handgriff, mit dessen Hülfe die Batterie in der einen oder andern Richtung eingeschaltet werden konnte. Zahl und Richtung der Nadelausschläge dienten zur Zusammensetzung der Buchstaben. Durch Vereinigung zweier einfachen Nadeltelegraphen in einem Gehäuse wurden die Doppelnadeltelegraphen gebildet, mit denen rascher gearbeitet werden konnte, weil ihre Schriftzeichen kürzer waren.

Ein älterer Apparat von Cooke und Wheatstone, der Fünf-nadeltelegraph, bildet den Übergang zu den Zeigertelegraphen, die eines vereinbarten Alphabets nicht bedürfen. Die Buchstaben waren hier auf einem Felde von rhombischer Form oberhalb und unterhalb der Nadeln so angeordnet, daß bei Ablenkung zweier Nadeln in entgegengesetztem Sinne die einander zugekehrten Enden auf den zu telegraphierenden Buchstaben zeigten. Statt der drehbaren Handgriffe dienten Tasten als Geber.

Die Nadeltelegraphen haben sich bis auf den heutigen Tag im Betriebe erhalten. Sie bedürfen nur einer geringen Stromstärke und sind deshalb besonders geeignet für lange Kabellinien, auf denen die Anwendung großer Batterien unzulässig ist. Das auf den transatlantischen Kabeln zur Anwendung gekommene Spiegelgalvanometer von Thomson ist nichts anderes, als ein sehr empfindlicher Nadeltelegraph.

Der erste eigentliche Zeigertelegraph wurde 1839 von Wheatstone hergestellt. Sein Empfänger besteht aus einem Uhrwerk mit elektromagnetischer Hemmung, die nur schrittweise die Bewegung des Zeigers über einer Buchstabenscheibe gestattet, wenn die beiden Enden des zweiarmigen Ankerhebels abwechselnd von der einen oder der andern Rolle des Elektromagnetes angezogen werden. Als Geber dient ein metallenes Rad mit vorspringenden Speichen, die abwechselnd mit dem positiven und dem negativen Pol einer Batterie in Verbindung treten.

In Deutschland wurden die Zeigertelegraphen durch Kramer und besonders durch Siemens verbessert, der Geber und Empfänger

in einem Apparat vereinigte und zur Bewegung des Zeigers einen Elektromagnet mit Selbstunterbrechung verwendete. Zum Entsenden des Stromes dienten 30 um die Buchstabenscheibe angeordnete Tasten. Eine wesentliche Verbesserung, die Siemens an den Zeigertelegraphen später anbrachte, war die Einführung des Zylinderinduktors (vergl. S. 43, 102).

Auch in dem neuen Zeigertelegraphen von Wheatstone, dem sog. ABC-Instrument, wird als Geber ein Magnetinduktor benutzt, dessen Ströme den Zeiger schrittweise vorwärts bewegen und durch Niederdrücken von Tasten, die um die Buchstabenscheibe kreisförmig angeordnet sind, an beliebiger Stelle unterbrochen werden können.

Die chemischen Telegraphen bedürfen keiner elektromagnetischen Einrichtung: es genügt, einen mit der Leitung verbundenen Metallstift über das mit gewissen Metallsalzen getränkte und einen Weg zur Erde bietende Papier zu führen, um jeden aus der Leitung kommenden Strom in Gestalt eines farbigen Striches auf dem Papierstreifen sichtbar zu machen. Derartige Apparate, z. B. die von Davy, Gintl und Stöhrer, arbeiten völlig geräuschlos und bedürfen besonderer Anrufvorrichtungen; in die Praxis haben sie aus diesem Grunde und wegen der mit dem Tränken des Papiers verbundenen Unzuträglichkeiten keinen Eingang gefunden.

Werden die Telegraphenapparate dazu benutzt, genaue Nachbildungen einer Urschrift hervorzubringen, so nennt man sie Kopiertelegraphen. Caselli bediente sich in seinem Pantelegraphen der hin- und hergehenden Bewegung eines Pendels und zweier Schreibstifte, um Telegramme auf elektrochemischem Wege zu befördern. Es gibt auch elektromagnetische Kopiertelegraphen, die aber noch keine praktische Bedeutung erlangt haben.

Neunter Abschnitt.

Der Morseapparat.

Allgemeines. Der 1835 von dem amerikanischen Maler Morse erfundene Apparat gehört zu den elektromagnetischen Schreiblegraphen. Er übermittelt die Telegramme in einer vereinbarten, aus Punkten und Strichen bestehenden Schrift, die durch kürzere

oder längere Anziehungen eines Elektromagnetankers erzeugt und mit Hilfe einer an dem Ankerhebel befestigten Schreibvorrichtung auf einem mechanisch fortbewegten Papierstreifen sichtbar gemacht wird.

Die Schriftzeichen werden entweder durch Schließung oder durch Öffnung des Stromkreises mittelst einer Taste hervorgerufen. Im ersten Fall schickt die Batterie nur beim Arbeiten Strom in die Leitung (Arbeitsstrom); im andern gibt sie bei ruhender Leitung den Strom her, der beim Arbeiten unterbrochen wird (Ruhestrom).

Das Morse-Alphabet. Die jetzt benutzten Zeichen sind nicht von dem Erfinder des Apparats angegeben, sondern haben sich im Betriebe nach und nach entwickelt, und zwar in der Richtung, daß die am häufigsten vorkommenden Buchstaben den geringsten Zeitaufwand beanspruchen. Ihre gleichmäßige Anwendung ist im internationalen Telegraphenvertrag durch die nachstehenden Festsetzungen vereinbart.

Abstand und Länge der Zeichen:

Ein Strich ist gleich 3 Punkten.

Der Raum zwischen den Zeichen eines Buchstabens ist gleich 1 Punkt.

Der Raum zwischen zwei Buchstaben ist gleich 3 Punkten.

Der Raum zwischen zwei Wörtern ist gleich 5 Punkten.

Buchstaben:

a	·—	h	····	q	— — — ·—
ä	· — · —	i	··	r	· — ·
á, â	· — — — ·—	j	· — — — —	s	···
b	— ···	k	— ·—	t	—
c	— · — ·	l	· — ···	u	··—
ch	— — — — —	m	— —	ü	·· — —
d	— ··	n	— ·	v	··· —
e	·	ñ	— — · — — —	w	· — —
é	· · — · ·	o	— — — —	x	— · · —
f	· · — ·	ö	— — — ·	y	— · — — —
g	— — ·	p	· — — ·	z	— — — · ·

Ziffern:

1	. — — — —	abgekürzt: . —
2	.. — — —	.. —
3	... — —	... —
4 — —
5
6	—	—
7	— — ...	— — ...
8	— — — ..	— — ..
9	— — — — .	— — .
0	— — — — —	—
Bruchstrich	— — — — — —	— —

Unterscheidungs- und andere Zeichen:

Punkt
Strichpunkt	;	— . — . — .
Komma	,	. — . — . —
Doppelpunkt	:	— — — — . .
Fragezeichen	?	.. — — — .
Ausrufungszeichen	!	— — — . — —
Apostroph	'	. — — — — .
Bindestrich	—	— —
Klammer	()	— . — — — —
Anführungszeichen	”	. — . — . — .
Unterstreichungszeichen	_____	. — — — . —
Trennungszeichen	•	— . . . —
Anruf		— . . . —
Verstanden		. . . — .
Irrung	
Schluß der Übermittlung		. — . — .
Aufforderung zum Geben		— . —
Warten	
Beendete Aufnahme		. — . —

Man bedient sich des Morse-Alphabets übrigens auch bei anderen Apparatsystemen, soweit sie mit zwei Elementarzeichen arbeiten; z. B. im Betrieb mittels Klopfer, Wheatstone, Lauritzen, Heberschreiber u. s. w.

Der Schreibapparat. An jedem Morseapparat lassen sich drei Hauptteile unterscheiden:

1. der mechanische Teil oder das Laufwerk,
2. der elektromagnetische Teil und
3. die Schreibvorrichtung.

Bei den ältesten Apparaten war zur Erzeugung der Schrift an dem freien Ende des zweiarmligen Ankerhebels (Fig. 87) ein Stahlstift eingeschraubt, der sich von unten her in den Papierstreifen eindrückte und die Zeichen auf der oberen Seite erhaben hervortreten ließ. Man nannte diese Apparate Stift- oder Reliefschreiber.

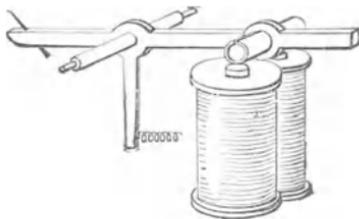


Fig. 87.

Magnetsystem eines Stiftschreibers.

Sie erforderten zur ungehinderten Fortbewegung des Papierstreifens während der Ankeranziehung ein Laufwerk mit Gewichtsbetrieb; auch mußte der schwere Schreibhebel mit solcher Kraft gegen den Streifen drücken, daß für diese Tätigkeit die Stärke des ankommenden Linienstromes in der Regel nicht ausreichte. Die Reliefschreiber wurden daher gewöhnlich in den Schließungskreis einer Ortsbatterie geschaltet und mit Relais (S. 126) betrieben.

An den neueren Apparaten ist die Schriftbildung einer vom Laufwerk in Umdrehung versetzten Farbscheibe übertragen, die der Ankerhebel gegen den Papierstreifen legt. Derartige Apparate heißen Farbschreiber. Sie sind leichter gebaut, besitzen durchweg Federbetrieb und können unmittelbar in die Leitung geschaltet, also vom Linienstrom in Tätigkeit gesetzt werden.

An den neueren Apparaten ist die Schriftbildung einer vom Laufwerk in Umdrehung versetzten Farbscheibe übertragen, die der Ankerhebel gegen den Papierstreifen legt. Derartige Apparate heißen Farbschreiber. Sie sind leichter gebaut, besitzen durchweg Federbetrieb und können unmittelbar in die Leitung geschaltet, also vom Linienstrom in Tätigkeit gesetzt werden.

Der in der Reichs-Telegraphenverwaltung gebräuchliche Schreibapparat führt die Bezeichnung Normal-Farbschreiber; er ist auf Tafel I (am Schlusse des Buches) in Ansicht dargestellt. Sein Gehäuse ruht auf einem hölzernen, mit einer Schieb- lade zur Aufnahme der Papierrolle versehenen Untersatzkasten. Rechts ist der elektromagnetische Teil (Elektromagnet und Anker) mit einem Teil des Schreibhebels n sichtbar; der andere Teil des letzteren ragt in das Gehäuse hinein und reicht bis zur Schreib- vorrichtung J, welche über dem Farbkästchen L aus der Vorder- wand des Apparates hervortritt. Das Laufwerk befindet sich in dem Gehäuse.

Das mechanische Werk (Laufwerk). Das Laufwerk hat den Papierstreifen voranzuziehen und eine kleine Scheibe (das Farbscheibchen) zu drehen, damit dessen Rand stets mit flüssiger Farbe benetzt wird.

An dem Laufwerk sind als wesentliche Teile zu unterscheiden: das Räderwerk, der Windfang und die Federtrommel mit der Feder.

Das Räderwerk und der Windfang sind in ein Messinggehäuse eingeschlossen, dessen Deckel D zwischen Nuten der Seitenwangen läuft und nach links abgezogen werden kann. In der zylindrischen Trommel F befindet sich eine starke flache Feder, welche durch Drehung der Trommel aufgewunden wird; sie liefert die erforderliche Kraft zum Umdrehen des Räderwerkes. Der Windfang führt den regelmäßigen Gang des Laufwerkes herbei; ohne ihn würde das Ablaufen des Apparates und das Abwickeln des Papierstreifens mit stets wachsender Geschwindigkeit erfolgen.

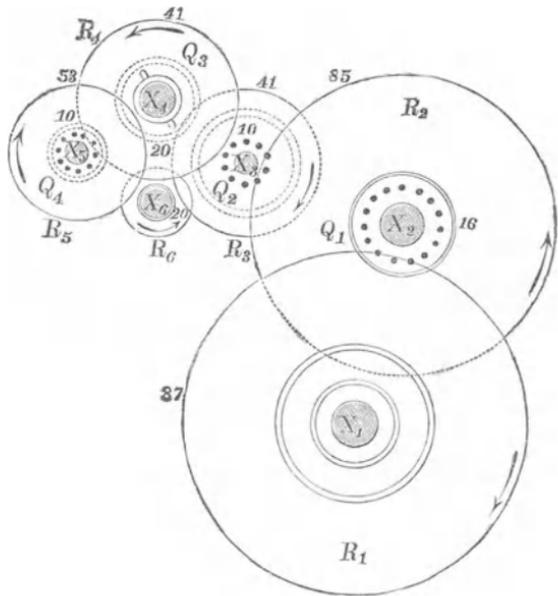


Fig. 88.
Räderwerk.

Das Räderwerk (Fig. 88) besteht aus den 6 Zahnrädern R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , R_5 und R_6 , aus 3 Hohltrieben Q_1 , Q_2 , Q_4 und einem Zahntrieb Q_3 . Aus der Figur ist sowohl die Drehungsrichtung als auch die Zahl der Zähne und Triebe zu ersehen.

Das Rad R_1 wird durch die ablaufende Feder in der Pfeilrichtung gedreht und greift mit seinen Zähnen in den Hohltrieb Q_1 . Das Zahnrad R_2 ist mit dem Trieb Q_1 auf derselben Achse X_2 befestigt; es überträgt also die Bewegung über Q_2 , R_3 , Q_3 , R_4 , Q_4 ,

R_5 und von da auf den Windfang (s. Fig. 89, Seite 113) und zugleich von R_3 auf R_6 . Mit R_6 dreht sich die auf der Achse X_6 sitzende Farbscheibe (J in Tafel I), welche mit ihrem Rande durch die Farbe des Farbkastens L streicht.

Aus Fig. 88 ist zu ersehen, wie viel Zähne jedes Zahnrad und jeder Trieb hat; daraus läßt sich berechnen, daß die Achse X_4 , auf der die Papierwalze sitzt, 94,7 Umdrehungen ausführt, während die Achse X_1 eine Umdrehung macht.

Es ist nun erforderlich, daß 160 cm Papier in einer Minute ablaufen, wenn die Morsezeichen leicht lesbar werden sollen. Der Umfang der Papierwalze (P_1 in der Tafel I) ist so groß, daß die Walze sich in der Minute 28mal drehen muß, um das Papier 160 cm voran zu schieben. Diesen 28 Umdrehungen der Papierwalze entsprechen $\frac{28}{94,7}$ oder 0,295 Umdrehungen der Trommelachse. Die Achse X_1 muß demnach 0,295 Umdrehungen in der Minute ausführen, um 160 cm Papier in der Minute voranzuziehen.

Die Feder kann nach vollständigem Aufwinden die Achse X_1 7mal umtreiben. Deshalb bleibt ein vollständig aufgezogener Apparat $\frac{7}{0,295} = 23$ Minuten in Bewegung. Das Rad R_6 bewegt sich ebenso rasch wie der Trieb Q_3 ; demnach muß das mit R_6 verbundene Farbscheibchen gleichfalls 28 Umdrehungen in der Minute machen.

Das Rad R_5 endlich, welches den Windfang umtreiben soll, wird in der Minute 114,8 Umdrehungen ausführen.

Der Windfang. Daß die in Vorstehendem angegebene Laufgeschwindigkeit des Apparates stets eine solche bleibt, um 160 cm Papier in der Minute fortzuziehen, wird durch den Windfang bewirkt. Er ist in Fig. 89 dargestellt. Seine Tätigkeit beruht darauf, daß ein sich schnell drehender Flügel infolge des Widerstandes der Luft hemmend auf das Bestreben des Laufwerkes, seine Geschwindigkeit zu vergrößern, einwirkt.

Die Achse des Windfanges steht im linken Teile des Gehäuses senkrecht zu der Bodenplatte, und zwar so, daß die Zähne des Rades R_5 in den obern schraubenförmigen Teil der Achse s — Schraube ohne Ende — des Windfanges eingreifen.

Die Achse ss trägt einen Ansatz a, an welchem der Flügel ww im Sinne der beiden in der Figur angegebenen Pfeile drehbar befestigt ist. Im Ruhestande zieht die Spiralfeder f, welche einer-

seits an einem kleinen Ansatz *p* des Flügels, andererseits am untern Ende der Achse befestigt ist, den Flügel in die gezeichnete Lage (Ruhelage) *ww*. Bei schneller Drehung der Achse *ss* wird durch die Zentrifugalkraft der um *a* drehbare Flügel aus seiner Ruhelage gebracht, wie dies in der Figur punktiert angedeutet ist. Je schneller die Drehung der Achse *ss* erfolgt, desto weiter entfernt sich der Flügel aus seiner Ruhelage und desto größer wird der Widerstand, den der Flügel der Bewegung entgegensetzt. Die Feder *f* wirkt der Drehung des Flügels aus der Ruhelage entgegen und verhindert eine zu große Drehung; nach dem Aufhören der Bewegung zieht die Feder den Flügel wieder in seine Ruhelage zurück. Der Befestigungspunkt der Feder *f* an dem Flügel *ww* ist so angeordnet, daß die Feder in jeder Lage des Flügels nahezu mit gleicher Kraft auf seine Drehung wirkt. Der Windfang macht 3042 Umdrehungen in der Minute.

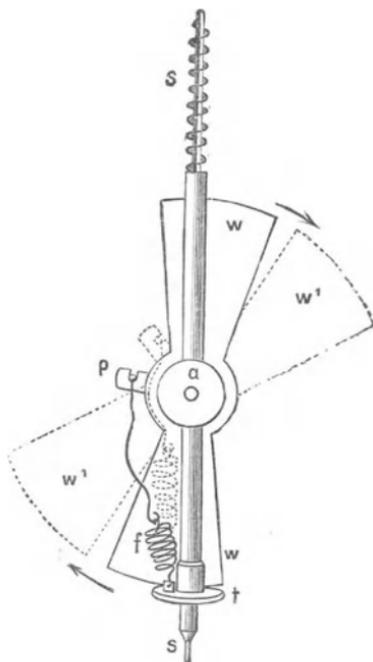


Fig. 89.

Windfang.

Gegen den Rand der Scheibe *t* des Windfanges drückt eine an der Innenseite der vorderen Apparaturwand befestigte Blattfeder und hemmt dadurch den Apparat.

Wird der Hebel bei *a* (Taf. I) nach links gelegt, so drückt ein an dem Hebel befestigter Stift die Blattfeder von der Scheibe *t* ab; dadurch hört die Hemmung auf und das Laufwerk beginnt seine Tätigkeit.

Die Federtrommel mit der Triebfeder. Die Drehung des Laufwerkes erfolgt durch das Abfließen einer aufgewundenen stählernen Blattfeder von etwa 3,3 m Länge, 34 mm Breite und 0,5 mm Dicke, welche in der Federtrommel *F* (Tafel I) eingeschlossen ist. Die Trommel besitzt in ihrer Mitte eine hohle runde Achse, welche im Trommelgehäuse leicht drehbar ist. Das eine

Ende der Blattfeder ist an dem äußern Umfange der hohlen Achse, das andere am innern Umfange der Trommel befestigt. Die Fig. 90 zeigt die hintere Fläche der Trommel, vom Gehäuse aus gesehen.

Die Trommel wird mit ihrer hohlen Achse auf die Achse X_1 des Laufwerkes geschoben und mit ihr in folgender Weise verkuppelt. Aus der Wandung der hohlen Achse ragen die Enden von zwei Schrauben etwas in den inneren Raum der Achse hinein. Damit die hohle Achse auf die Achse X_1 aufgeschoben werden kann, besitzt letztere an dem aus dem Gehäuse vorragenden Teil eine Abplattung. Wird die Trommel aufgeschoben, so verhindern

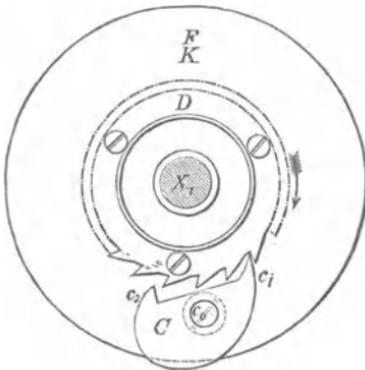


Fig. 90.

Federtrommel von hinten.

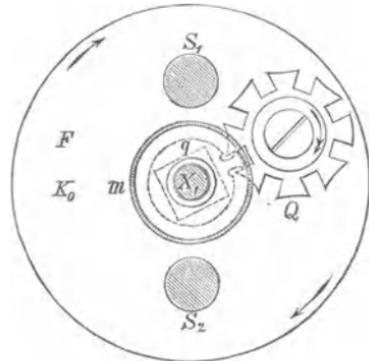


Fig. 91.

Federtrommel von vorne.

die beiden vortretenden, auf die abgeplattete durchgehende Achse greifenden Schraubenenden die Drehung der Trommelachse um die Radachse des Rades R_1 . Faßt man den Handgriff A der Trommel und dreht nach rechts herum, so muß sich die Trommel selbst um die beiden verkuppelten Achsen drehen. Die Feder ist einerseits an der jetzt unbeweglichen Achse, andererseits an der inneren Seite der Trommel befestigt und wird durch die Drehung der Trommel aufgewunden.

Es darf nun die Feder weder nach dem Aufziehen plötzlich zurückschnellen, noch darf sie zu stark angespannt werden.

Das erstere wird durch die Sperrung bewirkt. Auf der hintern Fläche der Trommel ist eine gezahnte Scheibe D festgeschraubt; in Fig. 90 sind nur einige Zähne der letzteren gezeichnet

In die Zähne der Scheibe D fällt die Spitze der Sperrklinke C, welche an der vorderen Apparatwand befestigt und um eine Achse c_0 leicht beweglich ist; die Klinke wird vermöge ihres eigenen Gewichtes mit dem spitzen Ende in die Zähne des Sperrades gedrückt. Wenn die Trommel gedreht wird, so gleiten die Zähne des Sperrades über die Spitzen der Sperrklinke leicht hinweg, beim Aufhören der Drehung verhindert die einfallende Spitze eine durch die Federkraft erstrebte Rückwärtsbewegung. Die Feder wird mithin, da sie die Trommel nicht zurückzuziehen vermag, ihre Kraft auf die Trommelachse und zugleich auf die Achse X_1 des Apparates, welche mit der Trommelachse verkuppelt ist, übertragen und so das Räderwerk in Bewegung setzen. Bei einem ablaufenden Apparat dreht sich also nur die Trommelachse, nicht die Trommel selbst.

Damit durch das Aufziehen die Feder nicht zu stark gespannt werden kann, sitzt auf der vorderen Seite der Trommel ein gezahntes Rädchen Q — das Kontrollrad (Fig. 91).

Die Zähne dieses Rädchens sind an ihrem Umfange ausgerundet, sodaß sie, wenn die Trommel gedreht und das Rädchen mitgenommen wird, auf dem Umfange q sich abwälzen können. Das vordere ringförmige Ende q der Trommelachse besitzt einen Zahn, welcher bei jeder Drehung der Trommel das Rädchen Q um einen Zahn vorwärts schiebt. Hat sich endlich das Rädchen Q so oft mit der Trommel umgedreht, daß der volle (an seinem Umfange nicht ausgerundete) Zahn, welcher rechts von dem Pfeil in der Figur sichtbar ist, dem Zahn der Trommelachse gegenüber steht, so läßt sich die Trommel nicht mehr weiter drehen, weil der Zahn der Trommelachse nicht mehr an Q vorüber gleiten kann. In gleichem Sinne verhindert das Kontrollrad beim Ablaufen des Apparates eine zu weit fortgesetzte Abspannung der Feder.

Will man die Federtrommel abnehmen, so darf dies nur geschehen, wenn die Feder vollständig abgelassen ist. Befindet sich die Feder noch in Spannung, so schnellst sie beim Abnehmen der Trommel in dieser plötzlich zurück und kann leicht zerbrechen. Man muß den Apparat durch Lösen der Hemmung ruhig ablaufen lassen oder das Ablaufen vermittelt Aushebens der Sperrklinke bewerkstelligen. Bei diesem Ausheben ist indes mit Vorsicht und folgendermaßen zu verfahren:

Während man den Handgriff der Trommel festhält, hebt man mit dem Finger, einem Bleistift oder dgl. die Sperrklinke aus, sodaß die Spitze der Klinke aus den Zähnen des Sperrades entfernt wird. Dann läßt man langsam, immer den Handgriff festhaltend, die Feder ab. Hiernach wird die Trommel von ihrer Achse abgezogen. Zu diesem Zweck schraubt man erst die hinter dem hölzernen Handgriff auf der Trommelachse sitzende geränderte Schraube *m* zurück, welche sich auf einen aus dem Holzgriff hervortretenden Schraubenstift wieder aufschraubt (siehe Tafel I). Beim Abziehen ist die Sperrklinke leicht anzuheben. Wird während dieser Arbeit der Handgriff eher losgelassen, als die Klinke wieder in das Sperrad fest eingreift, so schnellt die Feder mit großer Kraft zurück, und die Hand kann durch den mit erheblicher Geschwindigkeit sich drehenden Handgriff beschädigt werden, während die Feder leicht zerspringt. Ebenso gefährlich ist unvorsichtiges Drücken auf die Sperrklinke, ohne daß die Trommel festgehalten wird.

Vor dem Herausnehmen der Feder aus der Trommel kann nur gewarnt werden, weil ein nicht ganz kundiger Beamter sehr selten die Feder wieder richtig in die Trommel zu bringen vermag, auch schon die Feder beim Herausnehmen durch das plötzliche Auseinanderschnellen brechen kann.

Wenn beim Ablafen des Apparates Stöße hörbar werden, so muß die Feder geölt werden. Zu diesem Zweck wird sie, wie vorhin beschrieben, abgelassen, soweit es die Kontrolle zuläßt, letztere dann abgeschraubt, worauf die Feder gänzlich abgesehen und die Trommel von ihrer Achse gezogen wird. Nachdem die Schrauben des vorderen Trommeldeckels entfernt sind, kann der Deckel abgenommen und Öl zwischen die Windungen der Feder eingebracht werden. Der Deckel wird alsdann wieder aufgeschraubt, die Trommel auf der Achse mittels der Schraube *m* befestigt, die Kontrolle jedoch nicht angeschraubt. Die Feder wird nun durch Drehung des Handgriffes vorsichtig so weit abgezogen, als es ohne Anwendung großer Kraft möglich ist. Ist dies erreicht, so wird die Kontrolle aufgeschraubt, und zwar so, daß der volle Zahn der Kontrolle unterhalb des stählernen Zahnes der Trommelachse steht und bei Aufziehen der Trommel nach rechts hin geschoben wird (vergl. Fig. 91).

Die Papierführung. Die Papierrolle befindet sich unterhalb des Apparates in der Lade des Untersatzkastens. Die Fig. 92 zeigt

die Lade offen. Die Papierrolle liegt auf einer leichten Scheibe S, auf welche in der Mitte ein Holzkern H gesetzt ist; das Ganze ist auf einer Stahlachse leicht drehbar. Das Papier wird auf der rechten Seite um ein Holzröllchen R geführt, geht dann mit einer Drehung von 90 Grad um den links befindlichen Stift T und durch einen im obern Deckel des Kastens befindlichen Schlitz m_0 (Tafel I) zu der Papierführung des Apparates. In der obern Fläche des Kastens (hinter dem Apparat) ist eine kleine Glasscheibe eingelassen, sodaß man beobachten kann, ob sich die Papierrolle ihrem Ende nähert.

Das aus dem Schlitz m_0 tretende Papier wird zwischen dem Farbkasten L und dem Stift J_1 hindurch über das Röllchen r (Tafel I) geführt, um zwischen den Stift J_2 und die drehbare Stahlwelle i zu treten; dann umkreist der Papierstreifen die Papierwalze P_1 und wird auf deren oberer Seite durch die zurücklegbare Druckwalze P mittels Federkraft angedrückt. Darauf läuft der Papierstreifen über die Fläche N_0 ab.

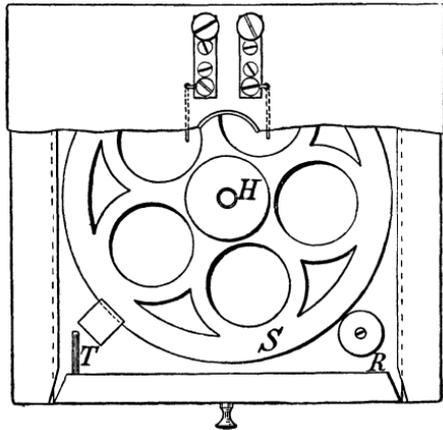


Fig. 92.

Papierlade.

Der elektromagnetische Teil des Apparates besteht aus dem Elektromagnete und dem Anker.

Die beiden Rollen des Elektromagnetes E (Tafel I) werden aus Kupferdraht von 0,2 mm Durchmesser, welcher durch Umspinnung mit weißer Seide isoliert ist, hergestellt. Der Draht wird auf Papierhülsen, die oben und unten mit Holzscheiben versehen sind, gewickelt; jede Rolle hat etwa 6500 Umwindungen und einen Widerstand von 300 Ohm. Die eisernen Kerne, auf welche die Rollen aufgeschoben werden, bestehen aus weichem Eisen und sind hohl. Ein Überzug aus lackiertem Leder schützt die aufgesetzten Rollen. Beide Kerne sind auf dem wagrechten Teile eines eisernen Winkels ee befestigt, der an dem unteren Teile der Apparatwand U angeschraubt ist. Auf jeden Eisenkern

ist ein Polschuh aus weichem Eisen gesetzt; zwischen den beiden Polschuhen bleibt ein Zwischenraum von 1 cm.

Die vier Enden der Elektromagnetrollen sind an starke Messingdrähte angelötet, welche in die unteren Holzscheiben der Hülsen eingeschraubt werden. Die Messingdrähte ragen isoliert durch den wagrechten Teil des Eisenwinkels ee, welcher die Kerne trägt. An ihren Enden tragen die Messingdrähte Klemmschrauben *k*. Mittels dieser sind die beiden zwischen den Rollen befindlichen Drähte durch einen starken Draht *d* miteinander verbunden, während von den beiden andern Klemmen längs der

untern Fläche der Deckplatte *P* des Untersatzkastens isolierte Kupferdrähte *i* zu zwei Klemmschienen *k*₁ und *k*₂ führen. An den Kordenschrauben der letzteren werden die

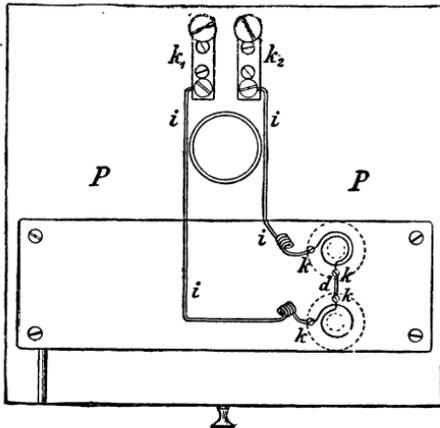


Fig. 93.

Stromführung.

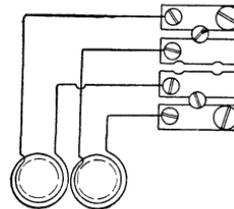


Fig. 94.

Umschalter für die Magnetrollen.

Zuführungsdrähte zum Apparat festgelegt. Die Rollen der Elektromagnete sind demnach hintereinander geschaltet, d. h. der Strom durchfließt erst die eine Rolle und dann die andere (vergl. Fig. 93).

An Stelle dieser Anordnung wird die Nebeneinanderschaltung der Elektromagnetrollen, bei welcher der Strom beide Rollen gleichzeitig durchfließt, in langen Ruhestromleitungen angewendet, sofern die durchschnittliche Entfernung der Ämter nicht über 25 km beträgt. Der Farbschreiber erhält für Fälle dieser Art statt der Schienen *k*₁ *k*₂ einen Umschalter mit vier Messingschienen, deren Verbindung mit den Enden der Elektromagnetrollen aus Fig. 94 ersichtlich ist, und zwei Schraubenstöpseln. Werden die Schrauben zwischen die zweite und dritte Schiene eingesetzt, so sind die

Rollen hintereinander geschaltet; verbindet dagegen eine Schraube die Schienen 1 und 2, die andere die Schienen 3 und 4, so teilt sich der Strom und geht durch beide Rollen gleichzeitig, d. h. die Rollen sind nebeneinander geschaltet.

Da die Wand U auf- und niedergeschoben werden kann, so läßt sich der eiserne Winkel mit beiden Magnetkernen heben und senken, wodurch es möglich wird, den Abstand der Polschuhe von dem darüber befindlichen Anker O zu ändern. Diese Bewegung der Kerne (siehe Tafel I) geschieht in folgender Weise:

Von oben greift ein gekrümmter Stahlstab durch das Gehäuse und mit seinem unteren Ende bis zum oberen Teil der beweglichen Platte U, wo er mit einer Schraube festgelegt ist. Der obere Teil des Stabes trägt eine Schraubenmutter w; wird diese Mutter rechts herum gedreht, so hebt sich die Platte U mit den Kernen, bei Linksdrehung erfolgt Senkung.

Der Anker des Elektromagnetes besteht aus einem hohlen, an den Enden abgeschrägten und oben der Länge nach aufgeschlitzten Eisenzylinder, welcher in dem ringförmigen Teile des Schreibhebels n mittels eines Schraubchens festgelegt wird.

Die Schreibvorrichtung. Hierzu gehört außer dem Schreibhebel das Farbscheibchen und der Farbkasten. Der den Anker tragende Schreibhebel ist in den nachfolgenden Figuren in der Seiten- und Oberansicht dargestellt. Zum Verständnis der Fig. 95 ist festzuhalten, daß der Schreibhebel den schraffiert gezeichneten Anker K in der Mitte nur mit einem schmalen Ringe umfaßt, und daß dieser Ring bei der Senkung des Ankers gegen die Kerne zwischen den Polschuhen Platz findet. In der Fig. 95, in welcher der Anker K gegen die Kerne liegend gezeichnet erscheint, ist deshalb der untere Teil des Ringes punktiert.

Der Schreibhebel besteht aus zwei durch ein Gelenk verbundenen Teilen. Der eine Teil des Hebels wird durch das Stück $H_1 F_2$ gebildet, der zweite Teil durch das gerade Stück H_4 . Dieser letztere Teil ist um die kleine Achse q beweglich, welche fest in dem Ende von F_2 eingesetzt ist. Wie aus der Figur ersichtlich, greift die Achse q sowohl durch eine Ausbohrung im geraden Ende von H_4 als auch durch das Ende eines an H_4 geschraubten Winkels q_1 . H_4 kann sich nicht seitlich, sondern nur um q auf und ab abbewegen. Am Ende des Hebels F_2 befindet sich ein kleiner Stift t_1 , der über dem Ende von H_4 liegt.

Ein zweiter durch die Apparatwand greifender Stift t_2 liegt unterhalb des Hebels H_4 .

Der Teil $H_1 F_2$ wird aus zwei Stücken gebildet, welche fest mit einander verbunden sind, und zwar dadurch, daß das umgebogene federnde Ende von F_2 um das winkelförmig gestaltete Stück von H_1 greift und mit ihm durch s verschraubt wird. Die größere oder geringere Anziehung dieser Schraube s bietet das einfache Mittel zur beliebigen Einstellung des Farbschreibers für Ruhe- oder Arbeitsstrombetrieb.

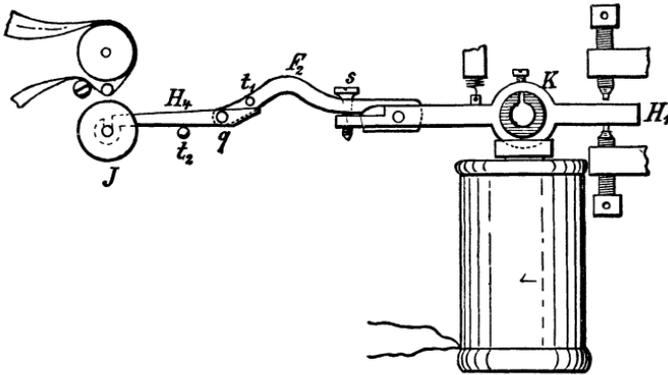


Fig. 95.

Schreibhebel, Seitenansicht.

Es möge die Schraube s durch Linksdrehung gehoben werden, bis der Stift t_1 gegen den Hebel H_4 anliegt. Der Teil H_4 ruht nun im Lager q und wird durch sein eigenes Gewicht gegen t_1 angedrückt; infolgedessen macht H_4 kleine Bewegungen von F_2 , ebenso mit, als wäre er mit F_2 fest verbunden. Senkt sich infolge der Stromwirkung auf den Elektromagnet der Anker K , so wird das Ende von H_4 gehoben.

Das Ende des Hebels H_4 greift aber mit einem Haken unter die Achse b des Schreibrädchens J (Fig. 96). Die Achse des letzteren ist nur in der hinteren Apparatwage konisch eingelagert, wo sie auch ihren Trieb besitzt; vorne geht sie durch die Apparatwand frei hindurch und ruht in dem hakenförmigen Ende des Schreibhebels, dessen Bewegungen sie demnach zu folgen genötigt ist.

Der Hebel ist dann für Arbeitsstrom eingestellt.

Jetzt werde die Schraube s gesenkt (nach rechts herum gedreht).

Dann wird das eine Ende von H_4 so weit sinken, dass es auf dem Stift t_2 aufliegt, und endlich wird der Stift t_1 vom Hebel H_4 entfernt. Senkt sich nun der Anker K gegen den Elektromagnet, so geht das Ende von F_2 in die Höhe und nimmt mittels der Achse q das eine Ende von H_4 mit; folglich muß das andere Ende, weil der Stift t_2 jetzt den Drehpunkt bildet, sich senken.

Hebt sich der Anker K , so tritt das Umgekehrte ein, mit q senkt sich das Ende von H_4 , sodaß sich das andere Ende hebt und das Schreibrädchen J gegen das Papier anschlägt.

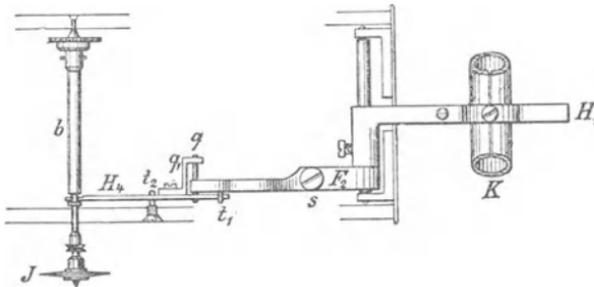


Fig. 96.

Schreibhebel, Oberansicht.

Der Hebel ist demnach für Ruhestrom eingestellt.

Aus diesen Erläuterungen ergeben sich folgende praktische Regeln:

1. Bei der Einstellung für Arbeitsstrom ist die Schraube s so weit nach links herum zu drehen, bis das kürzere Ende von H_4 gegen den Stift t_1 liegt. Drückt man nun den Anker K mit dem Finger abwärts, so muß das Schreibrädchen den Papierstreifen sicher berühren; ist dies noch nicht der Fall, so senkt man die Schraube, welche den unteren Kontakt für den Anschlag des Ankerhebels bildet, etwas herab.
2. Bei Einstellung für Ruhestrom wird der Anker niedergedrückt gehalten und nun s rechts herum gedreht, so lange, bis H_4 auf t_2 liegt. Läßt man den Anker los, so muß nun H_4 mit dem Schreibrädchen gegen das Papier schlagen. Geschieht dies nicht, so ist die obere Kontaktschraube für den Anschlag des Ankers zu heben.

Die Schraube s muß mit großer Vorsicht eingestellt werden, da der Hebel sehr leicht zu verstellen ist.

Durch eine Spiralfeder, welche mittels Drehung der Schraubennutter f angespannt oder nachgelassen werden kann, wird der Schreibhebel mehr oder weniger stark gegen die Anschlagschraube u (im oberen Teile des Ständers S) gelegt. Die in einem zweiten Ansatz des Ständers sitzende Anschlagschraube b begrenzt die Bewegung des Hebels nach unten.

Soll der Farbschreiber als Übertrager dienen oder mit einem durch eine Ortsbatterie betriebenen Wecker verbunden werden, so erhält er zwei getrennte Messingständer S_1 und S_2 (Fig. 97), die isoliert auf der Grundplatte des Apparates aufgesetzt werden. Durch Ansatzstücke der Ständer greifen die Kontaktschrauben C_1 und C_2 , welche in ihrer Lage mittels der Preßschrauben s_1 und s_2 festgeklemmt werden können. Die Kontaktschrauben sind an ihren Enden mit Platinplättchen versehen, um für den Strom zwischen dem Schreibhebel n und der Schraube eine sichere Übergangsstelle zu schaffen. Das zwischen den beiden Kontaktschrauben befindliche Ende des Schreibhebels ist ebenfalls unten und oben an den Stellen, wo es gegen die Schrauben anschlägt, mit Platinplättchen versehen. Die Schraube C_1 heißt der Telegraphierkontakt, die Schraube C_2 der Ruhekontakt.

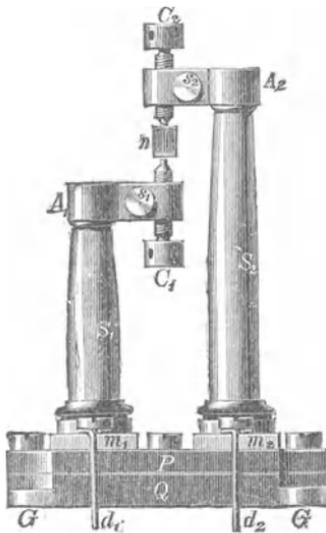


Fig. 97.

Übertragung.

Der Farbkasten L wird mittels der Schraube s_4 (Tafel I) an der Apparaturwand befestigt. Wie aus der Figur leicht hervorgeht, nimmt man den Kasten ab, indem man die Schraube s_4 löst und den Kasten mit dem Ansatzlappen soweit senkt, daß die runde Öffnung im Schlitz des Ansatzlappens das Abheben über s_4 hinweg gestattet.

Hinter dem Farbscheibchen, das in die vordere große Öffnung des Farbebehälters eintaucht, sitzt auf der nämlichen Achse ober-

halb einer kleineren Öffnung ein am Rande scharf eingekerbtes Abtropfscheibchen, dessen Zweck es ist, das Eindringen von Farbe in das Laufwerk zu verhüten.

Der Gebrauch des Farbschreibers hat infolge der Einführung des Klopferapparates seit einigen Jahren sehr abgenommen und beschränkt sich jetzt fast ausschließlich auf den Betrieb der Ruhestromleitungen.

Unterhaltung und Reinigung der Apparate. Auf die Unterhaltung der Apparate ist die größte Sorgfalt zu verwenden, um sie in betriebsfähigem und sauberem Zustand zu erhalten.

Jeden Morgen vor Dienstbeginn ist der auf den Apparaten angesammelte Staub vermittelt eines Pinsels oder eines Lederlappens sorgfältig zu entfernen und die Betriebsfähigkeit durch Arbeiten an der Taste festzustellen. Zeigen sich hierbei Mängel, so sind diese sofort zu beseitigen. Dabei ist auch der richtige Gang des Laufwerkes zu prüfen, und es sind bei mangelhaftem Gang die Achsen sowie die Windfangschraube zu ölen.

Zum Reinigen der Apparate werden Lederlappen oder Wischlappen aus roher Seide und Fließpapier verwendet.

Die Kontakte an der Taste, am Relaishebel, sowie an den Übertragungsvorrichtungen der Schreibapparate sind zu untersuchen und nötigenfalls dadurch zu reinigen, daß zwischen die auseinandergehaltenen Kontakte ein Stückchen Papier geschoben und die Kontakte dann fest zusammengedrückt werden. Dies ist mehrmals zu wiederholen. Sind die Kontakte sehr unrein, so können sie auch mit Schmirgelpapier metallisch blank geschleutert werden.

Sollte der Schreibhebel mit Farbe beschmutzt sein, so ist er gut zu reinigen. Ebenso ist auch das Farbgefäß von übergelaufener Farbe zu befreien.

Der Beschaffenheit der Farbe ist Aufmerksamkeit zuzuwenden. Sie darf nicht zu dickflüssig sein, da sie sonst unterbrochene Schrift liefert. Öfteres Aufrühren der Farbe im Farbkasten ist deshalb unerlässlich, sowie Zufüllen von neuer Farbe, welche die entsprechende Dünflüssigkeit besitzt und vor dem Zugießen nur umgeschüttelt zu werden braucht. Wenn nach längerer Zeit durch Eindringen von Staub in den Farbkasten die Farbe zu sehr unreinigt erscheint, so empfiehlt es sich, den Farbkasten gründlich und zwar durch Auswaschen mit etwas Petroleum zu reinigen.

Zum **Schmieren der Apparate** wird Uhrenöl verwendet.

Zu schmieren sind nur die Achsenlager und die Windfangschraube. Das Öl darf an den betreffenden Stellen nur in sehr geringem Maße aufgetragen werden. Am besten geschieht dies mittels eines dünnen, an einem Ende abgerundeten Stahldrahts. Die an dem Ende dieses Drahtes haftende ganz geringe Menge Öl genügt zum Schmieren einer Achse vollkommen. Nach dem Schmieren sind die Verschlussplatten der Achsenlöcher wieder über die Öffnungen zu schieben. Die Windfangschraube muß in regelmäßigen Zeitabschnitten einen Tropfen Öl erhalten. Diese Schraube darf niemals beim Ablaufen ein kreischendes Geräusch verursachen; andernfalls ist Einbringen von Öl dringend notwendig.

Wenn bei einem Apparat selbst nach dem Einölen dieser Schraube ohne Ende sich noch ein lautes Schnurren hörbar macht, so müssen die Achsen des Windfangs geschmiert werden.

Zunächst ist nur das untere Lager der Schraube zugänglich. Um das obere Lager zu ölen, ist es nötig, die Deckplatte abzuschrauben.

Erforderliche Werkzeuge. Zur Vornahme der an den Apparaten notwendig werdenden kleinen Nachhilfen, Anziehen und Lösen von Schrauben, Reinigen u. s. w. befindet sich auf jedem Amt ein Werkzeugkasten.

Dieser muß mit folgenden Gegenständen ausgerüstet sein:

- | | |
|---|---|
| 2 Pinseln (ein harter und ein weicher), | 1 kleinen Kneifzange (als Beißzange zu benutzen), |
| 2 Bohrern, | 1 Flachzange, |
| 3 Schraubenziehern mit festen Heften, | 1 Lederlappen, |
| 1 dreikantigen Feile, | 1 Schaber zum Reinigen der Zinkringe, |
| 1 Spitzzange, | 2 Wischtüchern. |

Außerdem muß noch ein kleiner Vorrat von isoliertem Draht vorhanden sein, um beim Reinigen der Batterie, Wegnahme irgend eines Apparates und dergl. zeitweilige Verbindungen herzustellen. Ein Fläschchen Uhrenöl zum Schmieren darf nicht fehlen.

Schutz während der Nacht. Während der Nacht sind die Apparate mit den vorhandenen Schutzdecken oder Schutzkasten zu überdecken.

Besonders notwendig ist diese Maßregel bei vereinigten Ämtern, auf welchen während der Nacht, oder doch spät Abends und früh Morgens Postgeschäfte besorgt werden, wodurch ebenso wie

durch das Reinigen des Zimmers die Apparate leicht mit Staub bedeckt werden.

Auseinandernehmen der Apparate. Die Apparate sollen jährlich einmal gänzlich auseinandergenommen und gereinigt werden; dies darf nur von kundigen Beamten vorgenommen werden und zwar zu Zeiten, wo der Betrieb das Ausschalten des Apparates gestattet.

Bei kleineren Ämtern, auf denen sich kein mit der Arbeit genügend vertrauter Beamter befindet, wird das Auseinandernehmen vom Leitungsrevisor gelegentlich der Ausführung der Linien-Instandsetzungen besorgt.

Verpackung der Apparate. Zur Versendung der Schreibapparate werden von der Ober-Postdirektion besonders eingerichtete Kisten geliefert, welche die feste und sichere Verpackung ermöglichen.

Vor der Verpackung eines Schreibapparates muß das Farbgefäß entleert und gereinigt werden, damit beim Transport eine Beschmutzung vermieden wird, auch muß man den Apparat ablaufen lassen, damit die Triebfeder während des Transportes nicht gespannt bleibt. Die einzelnen Apparatteile sind in Papier einzuwickeln, um sie gegen Verunreinigung durch das zur Verpackung verwendete Heu oder Stroh zu schützen. Sind hinreichende Mengen von Papierabfällen vorhanden, so ist es besser mit diesen, anstatt mit Heu oder Stroh die leeren Räume der Kiste fest auszufüllen.

Alle andern Apparate sind ebenfalls in Kisten derart zu verpacken, daß sie unverrückbar fest liegen. Zu diesem Zweck werden Querleisten eingesetzt, in deren Enden von außen durch die Wandung der Kiste Holzschrauben eingelassen werden. Apparate, welche Grundplatten besitzen, können mit diesen am Boden oder an der Wand der Kiste festgeschraubt werden.

Zehnter Abschnitt.

Die Relais.

Zweck der Relais. Der elektrische Strom bringt nach dem Durchlaufen langer oberirdischer Leitungen wegen des Stromverlustes und bei unterirdischen Leitungen wegen der hier allein verwendbaren geringen Stromstärken nicht mehr so viel Magnetis-

mus in den Elektromagneten hervor, daß der Anker des Schreibapparates mit der erforderlichen Kraft angezogen wird.

In solchen Fällen läßt man den durch die Leitung fließenden Strom nicht unmittelbar auf die Elektromagnete des Schreibapparates wirken, sondern auf einen anderen, besonders empfindlich konstruierten Elektromagnet, welcher einen leichten Anker anzieht und einen an letzterem befestigten kleinen Metallhebel in Bewegung setzt. Durch die Bewegung dieses Hebels, bezw. durch dessen Anschlagen gegen einen metallischen Kontakt wird eine besondere auf dem Empfangsamt aufgestellte Batterie (Orts- oder Lokalbatterie) geschlossen.

Die Elektromagnete des Schreibapparates, welche im Schließungskreise der Ortsbatterie liegen, werden durch die letztere in Tätigkeit gesetzt; die Ströme der Ortsbatterie entsprechen genau

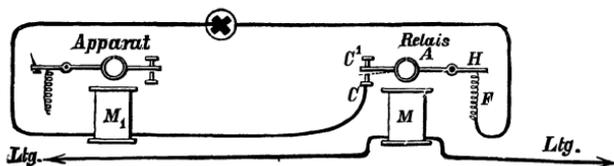


Fig. 98.

Relaisschaltung.

den Stromwirkungen der in der Leitung befindlichen Batterie, welche den empfindlichen Elektromagnet in Tätigkeit setzte. So erfolgen die Bewegungen des Schreibhebels in genügend kräftiger Weise, weil der Ortsstrom nur durch die Umwindungen der Elektromagnete des Schreibapparates fließt, sodaß seine Kraft nicht zum großen Teil in einer langen Leitung verzehrt wird.

Den empfindlichen Elektromagnet mit seinem Anker nennt man Relais.

Das Prinzip dieses Apparates (vergl. Fig. 98) ist folgendes:

Über einem Elektromagnete *M* befindet sich der Hebel *H* mit dem Anker *A*. Die Bewegung des Hebels wird durch die Kontakte *CC*₁ begrenzt. Wird der Anker *A* von *M* angezogen, so bewegt sich *H* mit dem linken Ende gegen *C* hin, weil der Magnetismus die Kraft der Feder *F* überwindet. Die Umwindungen des Schreibapparates *M*₁ sind einerseits mit dem einen Pol der Ortsbatterie, andererseits mit dem Kontakt *C* verbunden. Der andere Pol der Ortsbatterie steht mit dem Hebel *H* (etwa durch einen

zu der Abreißfeder F führenden Draht) in Verbindung. Schlägt der Hebel H gegen den unteren Kontakt C an, wie in der Figur punktiert ist, so fließt der Strom aus der Ortsbatterie über den Hebel H, den Kontakt C, durch die Umwindungen des Elektromagnetes M_1 zur Batterie zurück und setzt den Elektromagnet M_1 in Tätigkeit.

Hört der Strom in der Leitung auf, so verschwindet auch der Magnetismus in M. Dann zieht aber die Feder F den Hebel wieder gegen den oberen Kontakt C_1 , und es wird dadurch der Ortsstrom unterbrochen, weil dieser Strom nur dann eintreten kann, wenn H gegen C anliegt. Sobald der Strom der Ortsbatterie unterbrochen wird, geht auch der Hebel des Schreibapparates in seine Ruhelage zurück. Der Hebel folgt demnach ganz genau den Bewegungen des Relaishebels H.

Nach diesem Prinzip sind alle Relais eingerichtet; sie weichen nur in der Konstruktion entweder des Hebels oder der Elektromagnete von einander ab.

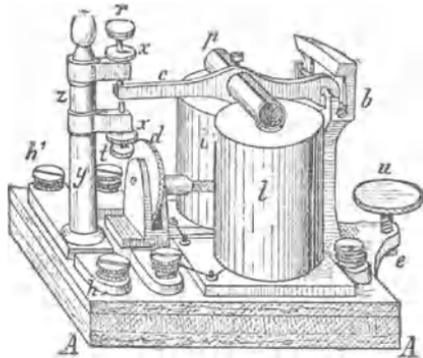


Fig. 99.
Neutrales Relais.

Das neutrale Relais (Fig. 99). Auf der Grundplatte A sind die Elektromagnetrollen l auf einem Metallstück fest aufgesetzt. Dagegen sind die Elektromagnetkerne beweglich, indem durch die Grundplatte hindurch ein Hebel e führt, der mit seinem Ende unter das eiserne Verbindungsstück der Kerne greift.

Wird die Schraube u, die durch einen Ansatz der Grundplatte führt, gesenkt, wobei sie auf e drückt, so werden die Kerne gehoben, bei Hebung der Schraube senken sich die Kerne wieder.

Dadurch kann man die Kerne dem Anker p nähern oder von ihm entfernen. Der Anker mit dem Kontakthebel c hängt in dem Galgen b; der eine zwischen den Galgenständern herabreichende Teil des Hebels ist mit einer Spiralfeder versehen, die mittels der Schraube d angespannt werden kann.

Die Messingsäule y ist hohl. An dieser Säule befindet sich der Kontakt t. Das Stück z ist aus einem isolierenden Stoff (Ebonit)

hergestellt. Auf z ist das obere Metallstück befestigt. Von diesem, mit dem auch der Kontakt r in Verbindung steht, reicht durch z und durch die hohle Säule y ein isolierter Draht zur Klemme h , welche von der Säule y isoliert auf der Grundplatte A befestigt ist. Die Säule y steht mit einer zweiten, an der hintern Seite des Relais befindlichen Klemme h_1 in Verbindung.

An dem galgenförmigen Ständer b befindet sich eine Klemme, welche mit diesem Ständer, also auch mit dem Hebel c , in Verbindung steht.

Die Enden der Elektromagnetrollen sind an zwei Klemmen, von denen in der Figur nur die vordere ganz sichtbar ist, befestigt.

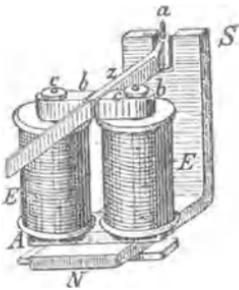


Fig. 100.

Magnetsystem des Siemensschen polarisierten Relais.

Bei schwachem Strom ist es möglich, die Kerne dem Anker p näher zu bringen, ohne die Kontakte r und t verstellen zu müssen. Der in den Kernen erzeugte Magnetismus wirkt dann stärker auf den Anker p .

Bei Arbeitsstrom wird die Ortsbatterie nebst Schreibapparat zwischen t und b , bei Ruhestrom zwischen r und b , bzw. zwischen den zugehörigen Klemmen eingeschaltet.

Das Siemenssche polarisierte Relais.

Ein Stahlmagnet NS (Fig. 100) ist rechtwinklig gebogen. Auf dem Pole N stehen auf der Eisenplatte A die beiden Elektromagnete EE . Auf den Enden der Kerne sind die eisernen Polschuhe bb befestigt. Die Polschuhe sind ausgeschnitten, sodaß sie auf den Enden der Kerne etwas verschoben und vermittelst der die Enden der Kerne bildenden Schrauben cc befestigt werden können. Die Drahtrollen des Elektromagnetes haben je 8000 bis 9000 Windungen und je etwa 600 Ohm Widerstand.

Der obere Teil S des Stahlmagnetes hat einen Ausschnitt. In diesem ist die eiserne Zunge z , welche horizontal um die Achse a drehbar ist, angebracht. Das vordere dünne Ende der Zunge besteht aus Neusilber. Die Zunge wird in ihrer Bewegung durch die verstellbaren Kontakte t und r begrenzt (vergl. Fig. 101). Diese Kontakte stehen von einander isoliert auf einem von der Platte A isolierten Schlitten, welcher in einem Ausschnitt der

Platte vermittelt der Schraube *d* hin und her geschoben werden kann. Dadurch kann die Lage der Zunge gegen die Polschuhe *bb* verändert werden. Die ganze Vorrichtung ist teils mit einem Messinggehäuse *M* umgeben, teils mit einer Kapsel, welche oben eine Glasplatte trägt, verschlossen. An der Grundplatte des Ge-

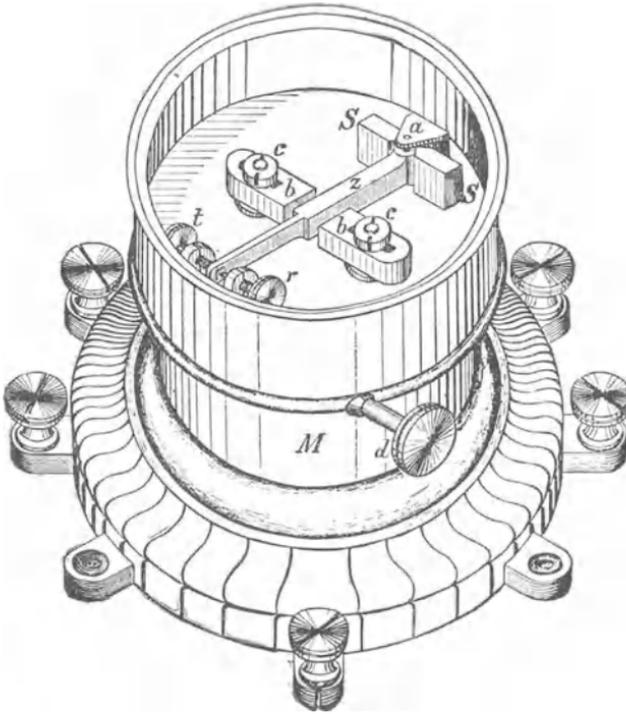


Fig. 101.

Siemenssches polarisiertes Relais.

häuses befinden sich 5 isolierte Klemmen. Zwei dieser Klemmen stehen mit den Umwindungen des Elektromagnetes, zwei mit den Kontakten *t* und *r*, eine mit dem Lager der Achse *a*, also mit der Zunge *z* selbst, in Verbindung.

Die Kerne von *EE* sind, da sie beide auf dem Nordpol *N* stehen, an ihren Polschuhen *bb* stets nordmagnetisch, die Zunge *z* dagegen, da sie mit dem Südpol *SS* in Verbindung steht, ist an ihrem äußeren Ende süd magnetisch (vergl. Seite 6).

Ein Strom, welcher durch die Umwindungen *EE* fließt, macht

den einen Elektromagnetkern zum Nordpol, den andern zum Südpol. Beide Kerne sind aber nordmagnetisch. Daraus folgt, daß derjenige Kern, welcher unter Einwirkung des Stromes allein zum Nordpol werden würde, stärkeren Magnetismus erhält, weil der Strom den bereits vorhandenen Nordmagnetismus vermehrt; daß aber der andere Kern, welcher unter der Einwirkung des Stromes allein zum Südpol werden würde, Magnetismus verliert, weil der durch den Strom hervorgerufene Südmagnetismus den vorhandenen Nordmagnetismus aufhebt oder erheblich schwächt.

Man denke sich den einen Polschuh b, etwa den in der Figur rechts liegenden, etwas näher an die Zunge z geschoben als den andern. Dann wird die Zunge z von diesem Polschuh im Ruhezustande angezogen, und ihr Ende liegt fortdauernd gegen den Kontakt r. Der durch EE fließende Strom möge so wirken, daß der Magnetismus im Kerne rechts geschwächt, im Kerne links aber verstärkt wird. In diesem Falle wird der verstärkte Nordmagnetismus im linken Polschuh b die südmagnetische Zunge z anziehen. Die Zunge z schlägt dann gegen den Kontakt t. Hört der Strom in EE auf, so erhalten beide Polschuhe wieder denselben Magnetismus, der rechts liegende überwiegt wegen seiner größeren Nähe in der Anziehung und legt die Zunge z wieder gegen den Kontakt r. Man sieht, daß die Arbeit der Abreißfeder, nämlich das Zurückführen des Hebels gegen den Ruhekontakt, hier durch den wechselnden Magnetismus der Kerne ausgeführt wird.

Das eine Ende des Ortsstromkreises muß bei Arbeitsstrom mit der der Zunge z entsprechenden Klemme, das andere Ende mit der dem Kontakt t entsprechenden Klemme in Verbindung stehen, damit durch die Zunge z der Ortskreis geschlossen wird. Das Relais hat den Vorzug, daß es sehr leicht, auch auf schwächere Ströme anspricht und wenig geregelt zu werden braucht, da es nicht darauf ankommt, ob durch den Strom der Magnetismus der Kerne etwas mehr oder weniger verändert wird, wenn die Veränderung nur hinreichend ist, um die Anziehungskraft des einen Polschuhes so weit zu verstärken, daß die Zunge bewegt wird. Stromschwankungen beeinflussen das Relais daher nicht so leicht.

Zum Einstellen verschiebt man in erster Linie den Kontaktschlitten, in zweiter die Kontaktschrauben; die Zunge muß dem einen Polschuh näher liegen als dem andern. Vor dem Verstellen der Polschuhe ist zu warnen.

Das deutsche polarisierte Relais. Auf einer hölzernen Grundplatte G (Fig. 102) ist flach ein aus zwei Stahlblättern zusammengesetzter Hufeisenmagnet M befestigt. Die Polenden des Magnetes tragen die mit Polschuhen p versehenen Kerne E nebst den Rollen, sodaß also der eine Kern einen Nordpol, der andere einen Südpol bildet. Der Hebel H, an welchem ein flacher eiserner Anker befestigt ist, spielt mit seinem Ende zwischen den Kontakten k_1 und k_2 . Der die Kontaktschrauben tragende hohle Ständer ist ebenso eingerichtet, wie bei dem gewöhnlichen Relais (Fig. 99). Durch Drehung der Schraube S kann der Arm x, an dem die

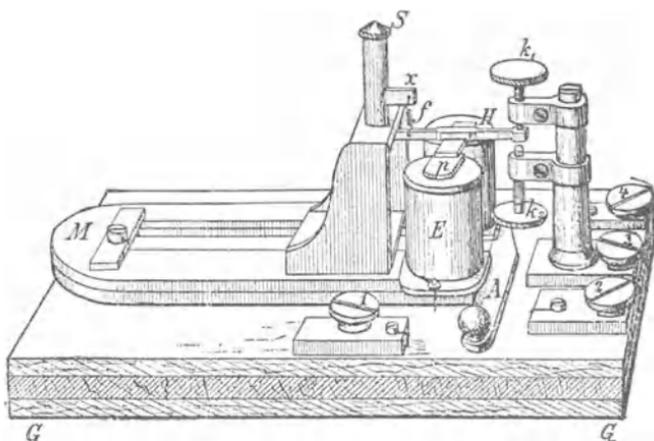


Fig. 102.

Deutsches polarisiertes (Hughes-) Relais.

Spannfeder f befestigt ist, auf und ab verschoben und dadurch die Feder mehr oder weniger angespannt werden.

Fließt ein Strom in solcher Richtung durch die Elektromagnetrollen, daß er die Kerne in demselben Sinne magnetisiert, wie der Dauermagnet M, so wird der Magnetismus jedes Kernes gestärkt; fließt der Strom aber in umgekehrter Richtung, so wird der Magnetismus beider Kerne geschwächt und sogar aufgehoben, wenn der Strom stark genug ist. Diese beiden Arten der Wirkung des Stromes lassen eine verschiedene Benutzung des Relais zu.

Angenommen, es sei die Feder f so gespannt, daß sie den Anker stärker nach oben zieht, als der beständig vorhandene Magnetismus der Kerne nach unten wirkt, dann liegt der Anker-

hebel gegen den obern Kontakt. Fließt nun ein genügend starker Strom durch die Rollen, der den Magnetismus verstärkt, so wird die Kraft der Feder überwunden, und der Hebel schlägt gegen den untern Kontakt. Dann wirkt das Relais auf Anziehung.

Es sei die Feder f bei näherer Lage des Ankers gegen die Kerne nunmehr so gespannt, daß der beständige Magnetismus der Kerne eben hinreicht, um den Anker anzuziehen und den Hebel gegen den untern Kontakt zu legen. Wenn dann der Strom den Magnetismus der Kerne schwächt, so wird die Kraft der Feder überwiegen und den Hebel gegen den obern Kontakt legen. Das Relais wirkt nun auf Abstoßung.

Um das Relais recht empfindlich zu machen, läßt sich die Stärke des Magnetismus in den Kernen, welche von dem Dauermagnet M ausgeht, regeln. Dies geschieht in der Weise, daß ein weiches Stück Eisen — der sog. Schwächungsanker A — an die Enden des Stahlmagnetes geschoben wird. Schiebt man den Schwächungsanker, welcher keilförmig zugespitzt ist, mit voller Fläche gegen beide Polenden, so ist der Magnetismus in den Polschuhen am schwächsten, liegt er in geringer Ausdehnung an, so ist der Magnetismus am stärksten.

Einstellung. Beim Arbeiten auf Anziehung stellt man die Anschlagschrauben so, daß der Anker geringen Spielraum besitzt, den Kernen aber nicht sehr nahe liegt. Der Schwächungsanker ist möglichst weit an die Kerne zu schieben. Alsdann wird vorsichtig die Abreißfeder angespannt. Beim Arbeiten auf Abstoßung bringt man den Anker recht nahe an die Kerne, stellt die Anschlagschrauben auf recht geringen Ankerhub und zieht den Schwächungsanker so weit heraus, daß die Feder den Anker bei Stromeintritt eben noch sicher abreißt.

Das Relais wird in zwei Größen hergestellt; die kleinere Form besitzt einen Rollenwiderstand von etwa 200 Ohm, die größere einen solchen von 1200 Ohm. Die letztere Form wird besonders für Übertragungen verwendet.

Ist das Relais auf Anziehung eingestellt, so muß der Apparat nebst Ortsbatterie zwischen der Körperklemme 2 und der dem Kontakt k_2 entsprechenden Klemme 3 eingeschaltet werden; ist es auf Abstoßung eingestellt, zwischen den Klemmen 2 und 4.

Das polarisierte Relais mit drehbaren Kernen wird besonders zum Betriebe von Kabelleitungen benutzt. Über einer Bodenplatte

BB (Fig. 103) befindet sich senkrecht zu deren Ebene und drehbar um die Achse das Messingstück G. An der hinteren Fläche von G ist ein Dauermagnet M befestigt, dessen Schenkel QQ bis zur Mittellinie der Bodenplatte vorragen. Die beiden Eisenzungen z und z_1 , die durch eine Messingstange m mit einander verbunden sind und sich mit dieser drehen können, werden an ihren hinteren runden Enden von den kreisförmig ausgeschnittenen Polschuhen uu des Stahlmagnets umfaßt. Infolge der magnetischen Einwirkung der beiden Magnetpole QQ ist die eine Zunge nordmagnetisch, die

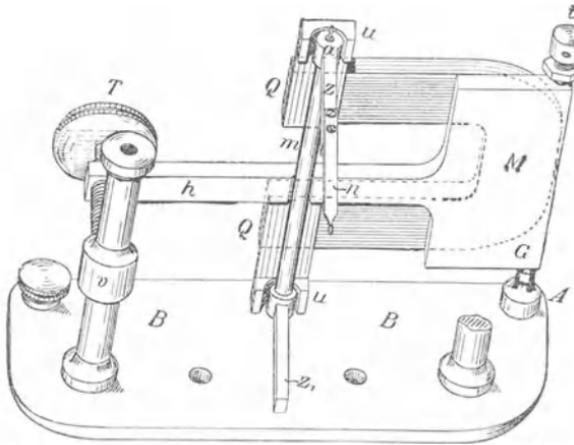


Fig. 103.

Polarisiertes Relais mit drehbaren Kernen; Stahlmagnet und Zungen.

andere südmagnetisch. Die kurze, den Dauermagnet M tragende Platte G besitzt einen längeren Ansatz h.

Mittels der Stellschraube T, die durch das Ende des Ansatzes h bis in den Ständer v greift, läßt sich die Platte G um ihre Achse etwas drehen, sodaß man die Polschuhe uu den Zungen zz_1 nähern oder von ihnen entfernen kann. Hierdurch ist das Mittel gegeben, durch Annäherung an die Polschuhe den Magnetismus in den Zungen verstärken und durch Entfernung von den Polschuhen schwächen zu können.

Zu beiden Seiten der Polschuhe (Fig. 104) stehen zwei massive Eisenkerne. Diese bilden die Kerne zweier Elektromagnete und sind mit 0,23 mm starkem isolierten Kupferdraht umgeben. An den Enden der Eisenkerne sitzen schneckenförmig gestaltete Eisen-

stücke. Die Kerne mit den an ihnen befestigten Schnecken sind mit einiger Reibung in ihren Lagern drehbar; die Drehung wird mittels der an ihrem oberen Ende angebrachten Schraubenköpfe bewirkt.

Die Schneckenform der Eisenstücke ermöglicht es, durch Drehung der Kerne die Randfläche der Schnecken den vom Magnet M polarisierten Zungen zz_1 zu nähern und die Näherung oder Entfernung mit großer Genauigkeit innerhalb enger Grenzen auszuführen.

Der in die Umwindungen der Elektromagnetrollen eintretende Strom durchläuft sie in solcher Richtung, daß je zwei

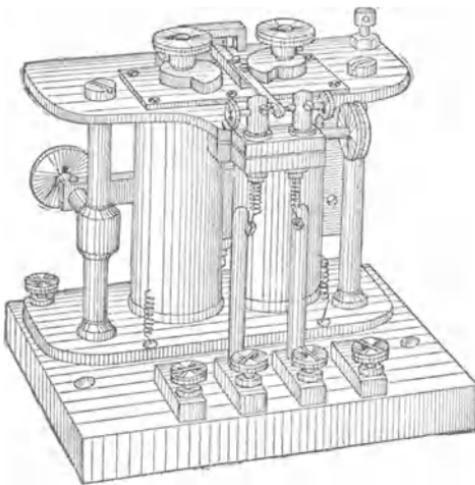


Fig. 104.

Polarisiertes Relais mit drehbaren Kernen.

sich gegenüberstehende Schnecken entgegengesetzten Magnetismus erhalten. Jede der beiden ebenfalls entgegengesetzt polarisierten Zungen befindet sich daher zwischen einem Nordpol und einem Südpol. Beide Zungen werden demnach beim Eintritt eines Stromes in die Umwindungen der Elektromagnete gleichzeitig von den Schnecken auf der einen Seite angezogen, von denen auf der anderen Seite abgestoßen. Durch

diese Anordnung erhält das Relais eine hohe Empfindlichkeit und spricht schon bei sehr geringen Stromstärken an. Durch Annäherung der Schnecken an die Zungen läßt sich die Empfindlichkeit bis zu einem hohen Grade steigern.

Wie aus der Fig. 103 ersichtlich ist, besitzt die obere Zunge z einen aufgeschraubten Messingansatz n , dessen Ende, wie aus der Fig. 104 hervorgeht, zwischen zwei Kontaktschrauben spielt. Die Kontakte sitzen isoliert auf einem Schlitten, der sich mittels einer Schraube verschieben läßt. Durch den Anschlag des Zungenansatzes n gegen einen Kontakt wird, wie bei dem polarisierten Relais von Siemens, ein Ortsstromkreis geschlossen (Seite 130).

Die in der Fig. 104 links liegende Kontaktschraube des Schlittens wird gewöhnlich als Telegraphierkontakt verwendet, d. h. wenn die Zunge gegen diese Schraube schlägt, ist der Ortsstromkreis, in dem sich der Schreibapparat befindet, geschlossen.

Die hohe Empfindlichkeit des Relais wird hauptsächlich dadurch bedingt, daß die Schenkel des Elektromagnetes mit etwa 12 000 bis 13 000 Umwindungen umgeben sind; ihr Gesamtwiderstand beträgt 200 bis 230 Ohm.

Die Einstellung des Relais geschieht in folgender Weise:

Zuerst werden die schneckenförmigen Polschuhe der Zunge so weit genähert, daß der Zwischenraum zwischen den gegenüberliegenden Flächen der Polschuhe und der Zunge rechts etwa 1,5 mm und links etwa doppelt so groß ist. Nach dieser Einstellung verschiebt man, während das ferne Amt Punkte und Striche gibt, mittels der Regulierungsschrauben am Kontaktschlitten diesen so lange nach links oder rechts, bis die Zeichen auf dem im Ortsstromkreis befindlichen Apparat deutlich ankommen. Hat man zu diesem Zwecke den Schlitten nach links verschoben, also den Zwischenraum zwischen der Zunge und dem Telegraphierkontakt verringern müssen, so deutet dies darauf hin, daß der Magnetismus in der Zunge noch zu stark ist. Dann muß man durch Drehen der Schraube T (Fig. 103) die Pole uu des Dauermagnetes ein wenig von den Zungen z und z_1 entfernen, sodaß der Dauermagnet schwächer auf die Zungen einwirkt. Als allgemeine Regel kann man festhalten, daß, je größer der Unterschied zwischen den Abständen der Zunge und den beiderseitigen Polschuhen ist, das Relais um so besser arbeitet. Da die Zunge des Relais, besonders wenn es zum Betriebe einer langen Kabellinie dient, durch den schwachen Strom nur leicht gegen den Telegraphierkontakt gelegt wird, so müssen die Kontaktflächen mit größter Sorgfalt metallisch rein gehalten werden.

Das polarisierte Relais mit Flügelanker M. 1903 (Fig. 105 bis 108) wird vorzugsweise im Hughes-Gegensprechbetrieb benutzt. Die Pole NS eines hufeisenförmigen Dauermagnets mit federnden Schenkeln, die nach oben gerichtet sind und deren Abstand durch die in den Messingwinkeln $w_1 w_2$ gelagerten Regulierschrauben $S_1 S_2$ verändert werden kann, stehen einerseits den Polen, andererseits dem Verbindungsstück eines kurzen zwei-

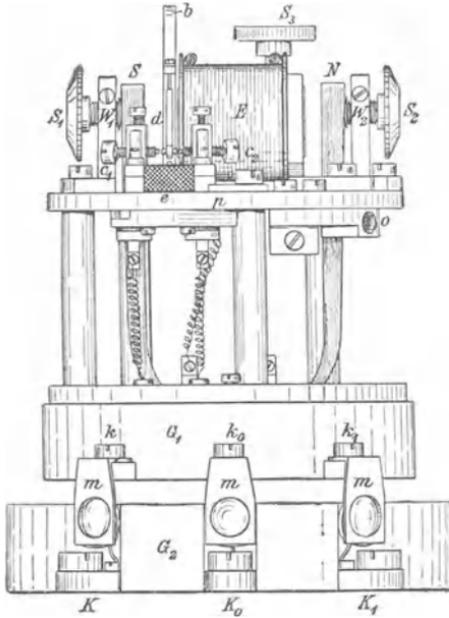


Fig. 105.

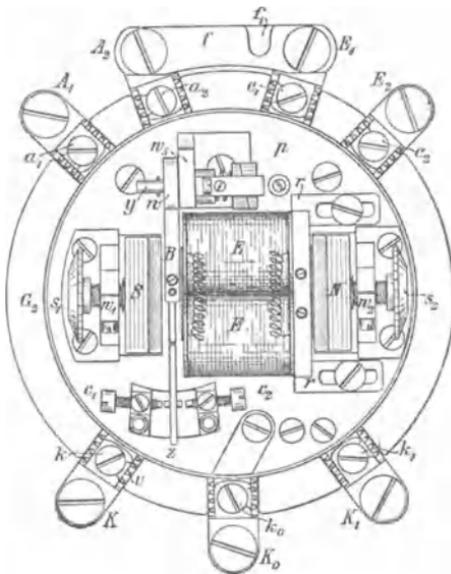


Fig. 106.

Fig. 105 u. 106. Relais mit Flügelanker.

schenkeligen Elektromagnets mit Zwillingswicklung gegenüber, der mit seinem Joch in einem Messingrahmen befestigt ist. Dieser Rahmen trägt zwei Messinglappen rr , deren Schlitz eine Verschiebung des Elektromagnets in der Richtung der Kraftlinien des Magnetfeldes zulassen. Die Windungsebene der Drahtspulen steht senkrecht zu den Kraftlinien; ihr Widerstand beträgt in jeder Wicklung etwa 250 Ohm.

Zwischen den Polen des Elektromagnets und dem Pol S des Dauermagnets spielt um eine senkrechte Achse der Flügelanker in Form eines leichten viereckigen Eisenblatts d (Fig. 107), dessen unterer Rand die Kontaktzunge z mit einem quergelegten Platinstutzen trägt. Die Zapfen der Achse sind in einem Bügel B gelagert, der mit dem geschlitzten Ansatz n auf einen Stift y des Winkels w_3 geschoben und durch die in Fig. 108 abgebildete Vorrichtung festgeklammt werden kann. Zur Reinigung der Kontakte läßt sich der Bügel mit dem Anker unter Benutzung des Griffes b nach oben herausbewegen. Auf

die senkrechten Ränder des Eisenblatts sind dünne Messingstreifen gelötet, die das Festkleben an den Magnetpolen verhindern. Die leitende Verbindung zwischen der Ankerzunge und dem Körper des Relais wird durch einen feinen, in wenigen Windungen um die Ankerachse gelegten Kupferdraht gesichert.

Der Platinstutzen der Ankerzunge spielt zwischen zwei Anschlagsschrauben $c_1 c_2$ eines Kontaktschlittens e , der in der Deckplatte p des Relais mittels Einführung des Schlüssels S_3 in eine Öffnung der Deckplatte nach rechts oder links verschoben werden kann.

Die vier Drahtenden der Elektromagnetspulen sind unter die Platte p geführt und endigen an den Klemmen $a_1 a_2 e_1 e_2$ des Grundbretts G_1 . Mit k und k_1 stehen die Anschlagsschrauben $c_1 c_2$ des Kontaktschlittens, mit k_0 der Körper des Relais in Verbindung.

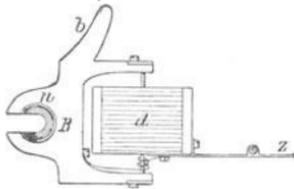


Fig. 107.

Flügelanker.

Damit mechanische Erschütterungen der Unterlage die Wirksamkeit des Relais nicht beeinträchtigen, kann man es mit einem zweiten Grundbrett

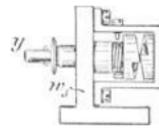


Fig. 108.

Klemmvorrichtung

G_2 versehen, das ebensoviele Klemmen in der gleichen Anordnung trägt wie G_1 . Diese Klemmen $A_1 A_2 E_1 E_2 K K_0 K_1$ sind mit waagrechten Tragefedern v und eingeschlitzten Verbindungsblechen m ausgerüstet, die unter die Klemmschrauben des oberen Grundbretts geschoben werden und die leitende Verbindung herstellen. $A_1 A_2$ und $E_1 E_2$ können außerdem durch zwei Blechstreifen $f f_1$ so verbunden werden, daß die Windungen der Elektromagnetspulen entweder neben- oder hintereinander geschaltet sind. Ein in der Mitte des Grundbretts G_2 befestigter Stift dient als Führung für G_1 .

Das Relais wird mit einem verschließbaren Schutzgehäuse von Messing geliefert.

Zur Einstellung des Relais bringt man den Schlitten in die Mittelstellung und legt den Elektromagnet in einer solchen Lage fest, daß seine Pole etwa 1 mm von dem Anker entfernt stehen. Für schwächere Ströme wird der Abstand verringert, für stärkere vergrößert. Den Pol S bringt man ebenfalls auf etwa 1 bis 1,5 mm an den Anker heran; der Pol N ist zunächst weit von dem Joche des Elektromagnets zu halten und zur Regulierung der Feldstärke

allmählich zu nähern. Der Ankerhub soll klein sein; 0,1 mm ist schon reichlich. Meist nimmt man c_2 als Arbeitskontakt, c_1 als Ruhekontakt; man stellt den Schlitten so weit nach links, bis die Kontaktzunge sich gegen c_1 legt; dann ist die Entfernung des

Ankers von den Elektromagneten hinten kleiner, als vorne, und die Anziehung größer.

Das Relais mit Hörnerpolen (Fig. 109) dient hauptsächlich zum Anrufen der Übertragungsämter. Der Elektromagnet M (450 Ohm) trägt lange Polhörner P, welche den Anker E anziehen. Letzterer ist an der senkrechten Drehachse befestigt — das Messingstück A dient als Gegengewicht — und wird von der Spiralfeder F nach dem spitzen Ende der Hörner geführt. Kurze Stromstöße bewegen den Anker nur wenig. Erst, wenn der Strom mindestens 3 Sekunden lang wirkt, wird der Anker genügend

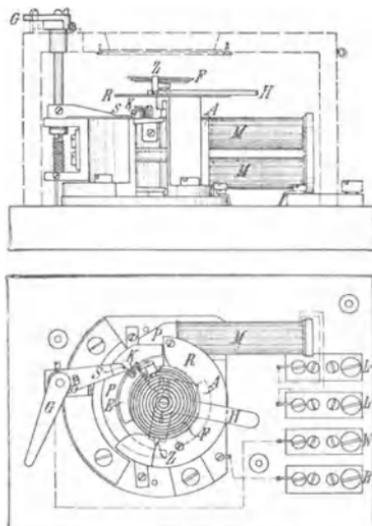


Fig. 109.

Relais mit Hörnerpolen.

weit angezogen, bis in die gezeichnete Lage. Nun gleitet die Sperrklinke K über den Sperrarm S; beim Aufhören des Stromes führt die Feder F den Anker zurück und schließt den Kontakt zwischen K und S und damit den Ortstromkreis eines Weckers. Dieser bleibt geschlossen, bis man mit dem Griff G den Sperrarm S aus dem Wege zieht; dann kehrt der Anker E in die Ruhelage zurück. Zum Regulieren der Feder F dient der Hebel H mit dem Zeiger Z, woran das eine Ende der Feder befestigt ist; dem Strom 0,012 A entspricht der Strich auf dem Blech R. 5 aufeinanderfolgende Morsestriche dürfen das Relais nicht zum Ansprechen bringen. Das Relais (Klemmen LL) wird zwischen dem Körper des Linienrelais (Fig. 226) und Erde eingeschaltet in Reihe mit einem Widerstand, der die Stromstärke auf 0,012 A herabsetzt. Bei der Hughesübertragung läßt sich u. U. dieser Widerstand ersparen, wenn man das Relais hinter den in Fig. 248 angegebenen Widerstand w legt

Elfter Abschnitt.

Der Klopfer.

Der Klopfer (Fig. 110) ist ein elektromagnetischer Empfangsapparat, der durch seinen lauten Anschlag die Aufnahme der Telegramme nach dem Gehör ermöglicht. In seiner Bauart entspricht er dem gewöhnlichen Relais, von dem er sich hauptsächlich durch den Wegfall der Kontaktvorrichtungen unterscheidet. Der brückenartig geformte Ständer *S* trägt nur die obere Anschlagschraube s_1 ; die untere s_2 ist auf dem Ankerhebel *H* selbst

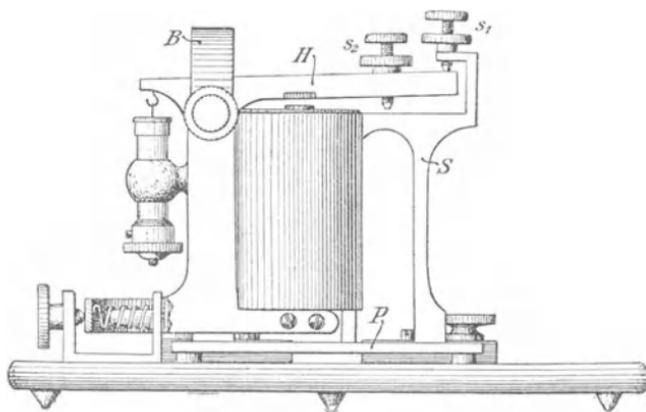


Fig. 110.

Klopfer.

befestigt und trifft beim Niedergehen auf das Verbindungsstück der Brücke. Durch diese Einrichtung wird nicht nur eine erhöhte Lautwirkung, sondern auch eine Verschiedenheit des Tons bei der Auf- und Niederbewegung des Ankerhebels hervorgerufen und das Abhören der Zeichen erleichtert. Eine weitere Verstärkung erhält der Anschlag des Hebels durch die Befestigung seines bügelartig gebogenen Trägers *B* an einer messingnen Platte *P*, die ihrerseits auf einem dünnen, mit drei kleinen Metallfüßen versehenen Grundbrette so angebracht ist, daß zwischen ihr und dem Grundbrette ein schmaler Zwischenraum verbleibt.

Um der Achse des Ankerhebels eine große Beweglichkeit zu verleihen, ist sie beiderseits zugespitzt und in konisch ausgebohrte Achsschrauben gelagert, die durch die Schenkel des Ankerträgers

greifen und zugleich als Drehpunkte für einen die Elektromagnetrollen tragenden horizontalen Bügel dienen. Dieser Bügel wird durch eine in dem Doppelwinkelstück gelagerte Spiralfeder wider eine Kordenschraube gedrückt, mit deren Hülfe der Abstand der Elektromagnetpole von dem Anker geregelt werden kann.

Der Anker besteht aus flachem Eisenblech und ist in den längern Arm des Ankerhebels eingelagert, während der kürzere Arm die Abreißfeder trägt, die ähnlich wie bei den Farbschreibern innerhalb eines kurzen Messingrohrs regulierbar angeordnet ist.

Um den Ton des Klopfers dem Aufnahmebeamten in verstärktem Maße zuzuführen und zugleich von anderen Arbeitsplätzen abzuhalten, wird der Empfangsapparat in einer gewölbten hölzernen Schallkammer aufgestellt, deren hohler Messingfuß zur Aufnahme der Zuleitungen dient. Neuere Schallkammern sind mit verstellbarem Fuß versehen.

Der Klopfers ist in den Arbeitsstromleitungen an die Stelle des Farbschreibers getreten. Durch seine Benutzung wird nicht allein die Schnelligkeit, sondern vor allem auch die Sicherheit der Übermittlung wesentlich gefördert. Erfahrungsgemäß kommen weit mehr Irrungen bei dem Ablesen vom Streifen als bei der Aufnahme nach dem Gehöre vor.

In den unterirdischen Leitungen von größerer Ausdehnung ist dem Klopfers ein deutsches polarisiertes Relais kleiner Form vorzuschalten.

Zwölfter Abschnitt.

Die Tasten.

Zweck der Taste. Um die telegraphischen Schriftzeichen des Morseapparates oder des Klopfers hervorzubringen, ist ein Apparat erforderlich, welcher erlaubt, schnell hintereinander Ströme von verschiedener Dauer in die Leitung zu senden.

Zur Erzeugung eines Punktes ist ein kurz andauernder Strom erforderlich, da der Anker auf dem jenseitigen Amte nur einen Augenblick von dem Elektromagnete angezogen werden und das Farbscheibchen gegen den Papierstreifen schlagen darf. Zur Hervorbringung eines Striches bedarf es eines länger andauernden Stromes. Da die Buchstaben des Morsealphabetes aus Strichen

und Punkten zusammengesetzt sind und die Gruppierung der einzelnen Zeichen, wenn sie lesbar sein sollen, regelmäßig sein muß, da ferner die schnelle Abgabe eines Telegramms ein wesentliches Bedingnis des Telegraphenbetriebes ist, so muß der Apparat, mit dem die Zeichen gegeben werden sollen, so eingerichtet sein, daß er leicht und schnell beweglich ist.

Die zeichengebenden Apparate bezeichnet man mit dem Namen Tasten.

Die Morsetaste (Fig. 111) besteht aus dem Grundbrett, dem Tastenhebel T, der Mittelschiene (Körper) D, der Arbeits- oder Telegraphierschiene V und der Ruheschiene N.

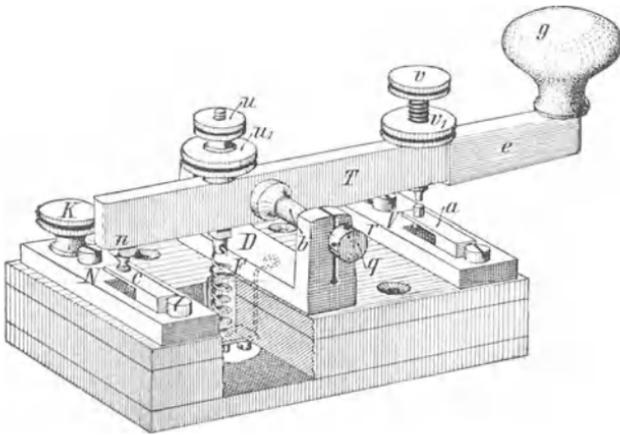


Fig. 111.
Morsetaste.

Auf dem Grundbrett sind die drei Messingschienen befestigt, welche Klemmschrauben K tragen. Die Mittelschiene hat zwei Ansätze, zwischen welchen die stählerne Achse b mittels zweier Schrauben q auf Spitzen eingelagert ist. Eine in der Figur nicht sichtbare Schraube bei r dient dazu, die Schraube q fester einzuklemmen oder sie zu lockern.

Mit der Achse ist ein starker Messingbalken, der Tastenhebel T, fest verbunden. An seinem längeren Arm ist der Balken durchbohrt, und in die Durchbohrung die Schraube v eingepaßt, welche mittels der Gegenmutter v_1 festgelegt werden kann. Diese Schraube v reicht durch den Balken hindurch, sodaß der stählerne Schraubenstift unterhalb des Balkens sichtbar ist. Das

linke Ende des Tastenhebels trägt an seiner untern Fläche einen Platinstift. Zwischen der Achse und dem linken Ende des Tastenhebels ist der Hebel nochmals durchbohrt und in die Durchbohrung die Schraube u eingelassen, welche mittels der Gegenmutter u_1 festgelegt werden kann.

Die Schraube u geht mit ihrem untern viereckigen Teile durch eine entsprechende Öffnung des Tastenhebels hindurch, um eine Drehung beim Anziehen der Schraubenmutter zu verhindern. Das Ende von u ist mit einer starken stählernen Spiralfeder F verbunden. Die Spiralfeder liegt teilweise in einer Aushöhlung des Grundbrettes und ist mit ihrem andern Ende an diesem befestigt. Auf einem federnden Metallstück ist in die Schiene N ein Platinstift, in die Schiene V ein Stahlstift eingelassen, welche den Schraubenstiften n und v genau gegenüberstehen. Das vordere Ende des Tastenhebels ist mit einer Ebonithülse e bedeckt, um Berührungen der Hand mit dem Metall zu vermeiden, durch welche man u. U. fühlbare elektrische Schläge erhalten kann.

Der Tastenhebel muß mit der Achse in deren Lagern leicht beweglich sein; die Spiralfeder F drückt den Hebel mit dem Kontakt n auf den gegenüberstehenden Stift c , während der Kontakt v von dem ihm gegenüberstehenden, auf der Schiene V befestigten Stift a etwas entfernt ist. Drückt man den Tastenhebel, mit der Hand den Knopf g fassend, nieder, so kommt v mit dem Stift a der Schiene V in Berührung, während n sich von dem Stift der Schiene N entfernt. Läßt man den Tastenhebel nach erfolgtem Niederdrücken wieder los, so dauert die Berührung zwischen v und a etwas länger an, da das federnde Stück dem Hebel etwas folgt. Ebenso wird beim Niederdrücken des Hebels der Kontakt c dem Stift n noch etwas folgen. Die Bewegung der federnden Kontakte ist unterhalb durch Stifte begrenzt. Infolge dieser Einrichtung wird das Geräusch beim Arbeiten wesentlich vermindert.

An der mittleren Schiene D sei die abgehende Telegraphenleitung befestigt, an die vordere Schiene V der eine Pol einer Batterie gelegt, während der andere Pol zur Erde führt.

Beim Niederdrücken verbindet der Hebel T die Batterie über die Schiene V , die sich berührenden Kontakte a und v mit der Schiene D und der Leitung. Läßt man die Taste in die Ruhelage zurückkehren, so wird durch die Entfernung des Kontaktstiftes v von dem Kontaktstift a der Schiene V die Batterie wieder ab-

genommen. Berühren sich die Kontakte v und a nur einen Augenblick, so dauert auch der abgehende Strom nur einen Augenblick, dauert die Berührung länger an, so wird ein längerer Strom erzeugt.

Durch abwechselnd ausgeführte Berührungen des Kontaktstiftes v mit dem Kontaktstift der Schiene V können mithin nach Belieben Ströme von kürzerer oder längerer Dauer in die Leitung gesandt und dadurch auf dem entfernten Amte Punkte und Striche nach Belieben erzeugt werden.

Da durch die Berührung des Kontaktstiftes v mit dem Kontaktstift der Schiene V der elektrische Strom zu einer Arbeitsleistung auf dem entfernten Amte benutzt wird, so heißt dieser Kontakt der Arbeitskontakt oder Telegraphierkontakt. Der Kontakt zwischen n und dem Kontaktstift der Schiene N , welcher bei der Ruhelage des Tastenhebels besteht, heißt Ruhekontakt. Die Schiene V , welche beim Arbeiten dem Telegraphisten zugewendet ist, heißt die Arbeitsschiene, die Schiene N die Ruheschiene der Taste. Die Schiene D wird mit dem Namen Mittelschiene oder Körper der Taste bezeichnet.

Bei der Taste ist ein Hauptaugenmerk auf die Reinhaltung der Kontakte zu richten. Diese Reinigung geschieht am besten mit ganz feinem Schmirgelpapier, indem ein Blättchen zwischen die Kontakte geschoben und unter dem auf die Taste wirkenden Druck der Hand zwischen den Kontakten durchgezogen wird. Meistens genügt zum Reinigen schon der Druck der Kontakte auf ein gewöhnliches Stückchen Papier.

Die Benutzung der Kontaktfeile ist nur dann zulässig, wenn durch längeren Gebrauch größere Unebenheiten der Kontaktflächen entstanden sind. Der zu häufige Gebrauch der Kontaktfeile ist die Ursache, daß oft in kurzer Zeit die Kontakte abgenutzt werden.

Die Klopfertaste. Die in Fig. 112—114 abgebildete Klopfertaste soll ein rascheres Arbeiten ermöglichen und ist deshalb leichter gebaut als die Morsetaste. Ihr stählerner Hebel H (Fig. 112 u. 113) ist S -förmig gebogen, am vorderen Ende mit einem flachen Ebonitknopfe versehen und leicht beweglich zwischen den seitlichen Backen b_1 b_2 eines kreuzförmigen Messingstücks s_2 gelagert. Zwei in den Längsteilen dieses Messingstückes isoliert eingelassene Bolzen bilden die Kontakte und dienen zugleich zur Befestigung der Messingplatte am Grundbrett der

Taste. Dem Arbeitskontakt gegenüber ist in die Unterseite des Tastenhebels ein stählerner Kontaktstift eingeschraubt, während am

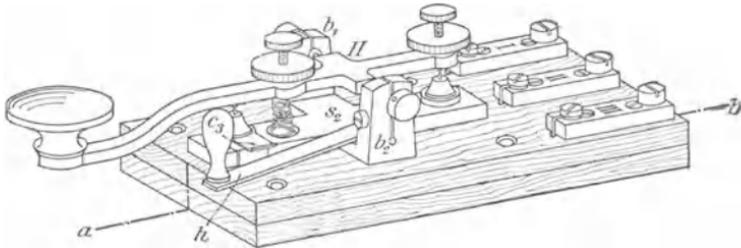


Fig. 112.

Klopfertaste (Ansicht).

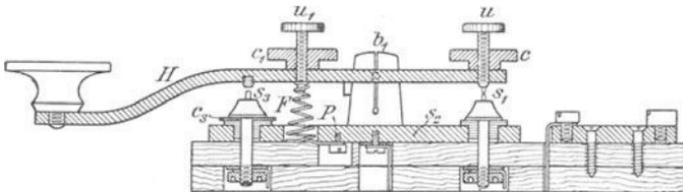


Fig. 113.

Klopfertaste (Schnitt).

hinteren Ende des Hebels oberhalb des Ruhekontakts sich eine Kontaktschraube u mit Gegenmutter c befindet. Ihre Ruhelage erhält die Taste durch eine unterhalb des vorderen Hebelarmes gelagerte

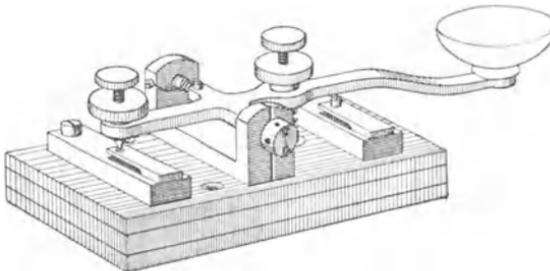


Fig. 114.

Neue Klopfertaste.

Spiralfeder F , die an der Unterseite des Messingkreuzes befestigt ist und deren oberes Ende sich gegen die Spitze einer durch den Tastenhebel greifenden Regulierschraube u_1 mit Mutter c_1 legt, sodaß

durch Anziehen oder Nachlassen dieser Schraube die Spannung der Feder nach Bedarf geändert werden kann.

Um die Klopfertaste auch für den amerikanischen Ruhestrom verwendbar zu machen, ist an dem Messingstück ein leichter Hilfshebel *h* angebracht, der sich durch Linksdrehung unter ein mit dem Arbeitskontakt verschraubtes Messingplättchen *c*₃ schieben läßt und so bei ruhender Korrespondenz eine leitende Verbindung zwischen dem Körper der Taste und dem Arbeitskontakt herstellt. Beim gewöhnlichen Arbeitsstrombetrieb wird dieser Hilfshebel als entbehrlich abgeschraubt. Drei Klemmen I II III auf dem hinteren Teil des Grundbretts stehen mit dem Ruhekontakt, der Mittelschiene und dem Arbeitskontakt in Verbindung; sie dienen zur Befestigung der Zuleitungen.

Fig. 114 stellt die neue Form der Klopfertaste dar. Sie besitzt den Hilfshebel nicht und ähnelt in ihrer Bauart den Morsetasten, von denen sie sich hauptsächlich durch den leichteren Hebel unterscheidet.

Dreizehnter Abschnitt.

Der Hughesapparat.

Allgemeines. Der 1855 von Hughes erfundene Typendrucktelegraph druckt die Telegramme in Letternschrift fortlaufend auf einen Papierstreifen, der an der Empfangsstelle zerschnitten und auf ein Formular geklebt wird. Die Typen sind am Rande einer in gleichförmige Drehung versetzten Stahlscheibe, des Typenrads, erhaben aufgraviert; ein Farbrädchen benetzt sie mit Drucker-schwärze. Durch einen Elektromagnet oder auf mechanischem Wege ausgelöst, wirft die Druckvorrichtung den über eine Walze gespannten Papierstreifen von unten her gegen das in vollem Laufe befindliche Typenrad und führt so den Abdruck desjenigen Zeichens herbei, das gerade die tiefste Stellung erreicht hat; zugleich schiebt sich der Streifen um eine Zeichenbreite vor. Es ist nötig, daß die Typenräder der zum Telegraphieren verbundenen Apparate sowohl unter sich wie mit dem Stromsender übereinstimmend gestellt sind, und daß der Gleichlauf beider Apparate während des Betriebes aufrecht erhalten wird. Der Geber hat die Form einer Klaviatur und ist mit dem Empfänger zu einem Apparat vereinigt.

An dem auf Tafel II (am Schlusse des Buches) in Ansicht dargestellten Hughesapparat neuester Form mit elektrischem Antrieb lassen sich folgende Hauptteile unterscheiden:

1. das Tastenwerk, am Vorderteile der Tischplatte angebracht, mit der dahinterliegenden runden Stiftbüchse und dem Schlitten;
2. das Elektromagnetsystem, links von den aufrechtstehenden Apparatwangen in seinen oberen Teilen sichtbar;
3. das Laufwerk zwischen den Apparatwangen;
4. die Druckvorrichtung und der Einstellhebel an der Vorderwand des Apparats;
5. der aufrecht stehende Bremsregler an der Rückseite des Gehäuses; daneben rechts der Elektromotor;
6. die Papierrolle mit Ständer auf der rechten Tischseite;
7. der Stromwender, d. i. ein links an der hinteren Ecke der Tischplatte befestigter Kurbelumschalter, und davor ein Gleitwechsel zum Unterbrechen des Stromwegs;
8. der Einschalter für den elektrischen Antrieb an der rechten hinteren Ecke der Tischplatte.

Das Tastenwerk. Zur Stromgebung dient eine in den vordern Teil der Tischplatte eingelassene Klaviatur von 28 Tasten, die in zwei Reihen übereinander angeordnet sind. Die obere Tastenreihe ist schwarz und trägt als Aufschrift die Buchstaben A bis N; die Tasten der untern Reihe sind weiß und mit den Buchstaben O bis Z (aber in entgegengesetzter Reihenfolge, von rechts nach links) beschrieben. Auf jeder Taste steht außerdem eine Ziffer oder ein Satzzeichen; nur die erste und sechste Taste der untern Reihe von links besitzen überhaupt keine Aufschrift: sie dienen zur Herstellung der Zwischenräume zwischen den Wörtern und Zahlengruppen und entsprechen den Vorsprüngen eines mit dem Typenrad verbundenen Wechselhebels, der es ermöglicht, nach Belieben entweder Buchstaben oder die auf der gleichen Taste vermerkten Ziffern und Satzzeichen zu drucken. Die erste weiße Taste, das sog. Buchstabenblank, leitet das Drucken von Buchstaben, die andere, das Zahlenblank, den Abdruck der Ziffern und Satzzeichen ein.

Jede Taste trägt an ihrer Unterseite einen Stift mit weitem Ausschnitt, in welchen das vordere Ende eines zweiarmigen eisernen Hebels T (Fig. 115) greift. Die Tastenhebel haben ihre Dreh-

punkte in Achslagern auf der Unterseite einer mit dem Tisch verschraubten Gußeisenplatte P' und sind so gebogen, daß sie sich an keiner Stelle berühren und daß ihre freien Enden in der nach dem Alphabet sich ergebenden Reihenfolge der Tasten in die untern Einschnitte der Stiftbüchse hineinragen.

Die Stiftbüchse. Die in Fig. 115 dargestellte Stiftbüchse ist in einen kreisförmigen Einschnitt des Apparattisches eingelassen

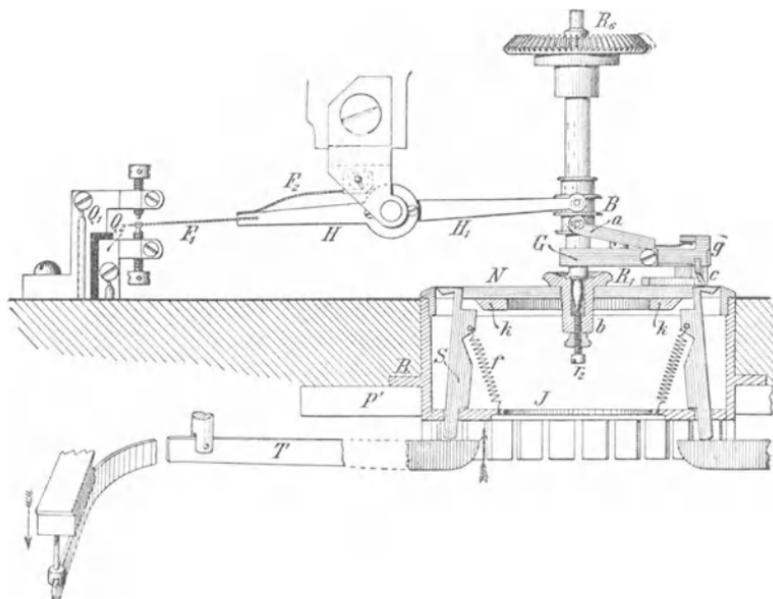


Fig. 115.

Hughesapparat. Stiftbüchse, Schlitten und Kontaktvorrichtung.

und ruht mit einem seitlichen Flansch R auf der eben erwähnten Gußeisenplatte P' . Den 28 Einschnitten an ihrem untern Rande entsprechen ebenso viele rechtwinklige Öffnungen in dem ringförmigen Zwischenboden J sowie an dem Umfange des Deckels N . In diesen Öffnungen bewegen sich die Kontaktstifte SS , und zwar ruht der untere schmale Teil im Ring, während das obere hakenförmig gestaltete Ende die Einschnitte der Stiftplatte im Ruhezustande verschließt. Da jeder Kontaktstift mit einer am innern Rande des Bodenrings eingehakten Spiralfeder f verbunden ist, die das Bestreben hat, ihn zugleich abwärts und einwärts zu

ziehen, so läßt er sich durch die zugehörige Taste T beliebig heben und senken.

Beim Niederdrücken der Taste tritt der Stift aus seiner Öffnung in der Stiftscheibe heraus, wobei ein an seinem obern Ende vorhandener Vorsprung auf den abgeschrägten Mantel eines an der Unterseite des Deckels befestigten konischen Stahlrings k trifft, der ihm eine nach außen gerichtete, schräg aufwärts gehende Bewegung, etwa entgegengesetzt dem Zuge der Spiralfeder, verleiht; beim Loslassen der Taste zieht dagegen die Spiralfeder den Stift in seine Ruhelage zurück, und auch der Tastenhebel folgt dieser Bewegung.

Der Schlitten und die Kontaktvorrichtung (Fig. 115). Über der Stiftscheibe N kreist, durch das Laufwerk getrieben, ein Kontaktarm, der Schlitten, der mit jedem gehobenen Stift in Berührung tritt, über ihn hinweggleitet und dabei die Verbindung zwischen Batterie und Leitung herstellt. Er erhält seine Bewegung durch das konische Zahnrad R_6 , das in ein völlig gleiches Rad auf der Typenradachse eingreift, sodaß Typenrad und Schlitten stets übereinstimmende Winkelgeschwindigkeit besitzen. Das obere Ende der Schlittenachse ist in einen an der vordern Apparatwand nach innen festgeschraubten Messingwinkel gelagert, das untere läuft im Mittelpunkt der Stiftschraube in einer ausgehöhlten starken Kordenschraube b. Bei den neueren Apparaten ist in dieses Lager von unten her eine Stahlschraube r_2 eingesetzt, auf deren poliertem obern Ende die Spitze der Schlittenachse ruht.

Der Schlitten besteht aus einem gabelförmigen Messingstück G, zwischen dessen vorspringenden Armen eine längere Zinke als Träger des Stößers R_1 hervorragt. Die beiden äußern Arme dienen als Achslager für den u-förmig gestalteten beweglichen Teil g, mit der abwärts gekehrten Lippe c. Der linke Schenkel dieser Klappe trägt oberhalb seines Drehpunktes eine rechtwinklig gebogene Verlängerung, deren freies Ende mit einem seitlich hervortretenden Stift a den untern vorspringenden Rand einer auf die Schlittenachse geschobenen Stahlhülse B berührt und diese herunterdrückt, wenn die Lippe durch einen Kontaktstift emporgehoben wird.

Mit der Hülse senkt sich auch das rechte Ende des zweiarmigen, in einem Messingwinkel an der Vorderwand des Apparats gelagerten Kontakthebels HH_1 , das mit einem seitlichen Stift unter den obern Rand der Hülse greift und durch die Wirkung einer

Blattfeder F_2 leicht gegen ihn angedrückt wird. Links läuft der Kontakthebel in eine Blattfeder F_1 aus, die beim Auf- und Niedergang abwechselnd die obere oder untere Kontaktschraube zweier an einem Ebonitwinkel befestigten Messingschienen $Q_1 Q_2$ berührt und dadurch die Leitung entweder mit der Batterie oder mit der Erde in Verbindung bringt.

Der Stößer R_1 des Schlittens, ein vorne abgerundetes, hinten leicht geschweiftes Stahlstück, hat den Zweck, das obere Ende des gehobenen Kontaktstifts soweit als möglich gegen den Rand der Stiftscheibe zu drängen und nach dem Darübergleiten der Lippe ganz aus seiner Öffnung herauszudrücken, damit der Stift bei den nachfolgenden Umdrehungen des Schlittens nicht mehr berührt werden kann, und auch ein zu langes Niederdrücken der Taste keine Wiederholung des abgedruckten Zeichens zur Folge hat.

Das Elektromagnetsystem (Fig. 116, 117). Unterhalb der Tischplatte ist ein kräftiger Stahlmagnet M von Hufeisenform befestigt, auf

dessen Pole mittels eiserner Winkelstücke pp die hohlen Kerne des Elektromagnetes E so aufgesetzt sind, daß sie an ihren oberen, mit Polschuhen versehenen Enden entgegengesetzten Magnetismus erhalten. Der Stahlmagnet besteht aus 4 Lamellen, die durch Schrauben und Querverbindungen zusammengehalten werden. Das ganze System wird außerdem durch eine Schraube, die gleichzeitig zum Festhalten der oberen Querverbindung dient, mit dem senkrechten Teil eines Messingwinkels W verbunden, dessen waagrechter Schenkel mit starken Schrauben auf der oberen Fläche des Apparates befestigt ist und die Messingständer TT des Ankerlagers trägt. Die Umwindungsdrähte der Elektromagnetrollen sind unmittelbar auf die Eisenkerne gewickelt; jede Rolle

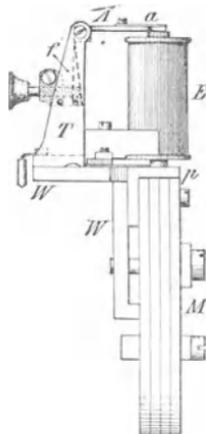


Fig. 116.

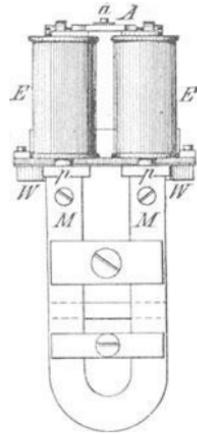


Fig. 117.

Elektromagnetsystem des Hughesapparates.

hat ungefähr 8500 Umwindungen mit etwa 500 Ohm Widerstand. Der benutzte Kupferdraht von 0,15 mm Durchmesser ist mit Seide umspunnen.

Den Polen gegenüber und im Ruhezustande auf den innern Kanten der Polschuhe aufliegend, ist ein flacher Eisenanker A, dessen Form dem Querschnitt einer Eisenbahnschiene gleicht, zwischen den in halber Höhe durch ein Querstück verbundenen Messingständern TT mit Zapfenschrauben leicht drehbar eingelagert. Auf seiner oberen Fläche trägt er ein Schutzblech a von Stahl; an dem als Achse dienenden breitem Teile von A sind nach unten zwei stählerne Blattfedern ff angeschraubt, die sich gegen Stellschrauben anlegen und als Abreißfedern dienen. Die Stellschrauben greifen durch zwei auf das Querstück zwischen den Messingständern aufgesetzte Muttern und ermöglichen es, die Spannung der Federn beliebig zu verändern. Ihre Einrichtung ist verschieden: Die kleinere besitzt einen eingeschnittenen und durchbohrten Kopf, wogegen die größere mit geränderter Scheibe versehen ist. Jene steht der sog. festen Ankerfeder gegenüber; ihre Einstellung ist mit Hilfe von Dorn und Schraubenzieher so zu regulieren, daß die feste Feder für sich allein den Anker mit genügender Stärke abzuschneiden vermag, wenn die anziehende Kraft der magnetischen Kerne durch einen die Rollen durchfließenden Strom von geeigneter Richtung geschwächt wird. Ihre Wirkung unterstützt die zweite, die veränderliche Ankerfeder, welche zur genaueren, der jeweiligen Stromstärke entsprechenden Anpassung der Gegenkraft dient und mit der Hand so zu stellen ist, daß auch bei ganz schwachen Stromstößen noch ein sicheres Abfliegen des Ankers erfolgt. Solange jedoch kein Strom die Windungen der Elektromagnetspulen durchfließt, muß die gesamte Gegenkraft der Ankerfedern geringer sein, als die festhaltende Kraft der Magnetspole.

Ein weiteres Mittel, die Kraft der Ankeranziehung zu verändern, bietet der Schwächungsanker, ein vorne spitz zulaufender Stab aus Flacheisen, der den Polen des Stahlmagnetes entlang vorgeschoben oder zurückgezogen wird, je nachdem die anziehende Wirkung verringert oder vergrößert werden soll. (Vgl. A in Fig. 102.)

Um das Kleben des Ankers zu verhüten, bedeckt man die obere Fläche der Polschuhe mit einem dünnen Papierstreifen oder einem Messingplättchen.

Wenn ein die Windungen des Elektromagnetes durchfließender Strom das Abfliegen des Ankers und damit die Auslösung des Apparats bewirken soll, so muß er eine solche Richtung haben, daß er für sich allein eine der gewöhnlichen entgegengesetzte Polarität der Kerne herbeiführen würde. In Wirklichkeit darf er aber nicht so stark sein, daß tatsächlich eine Umkehrung der Polarität stattfindet oder auch nur der vorhandene Magnetismus ganz aufgehoben wird: er soll die anziehende Kraft des Magnetes nur so weit schwächen, bis der auf den Polschuhen ruhende Anker dem Druck der Ankerfedern nachgibt und gegen die Anschlagsschraube des Auslösehebels schnellt.

Der Auslösehebel (Fig. 118). Der zweiarmige Auslösehebel g , dessen Achse um zwei Zapfenschrauben in den Apparattwangen leicht drehbar eingelagert ist, überträgt die Wirkung des elektrischen Stromes auf den mechanischen Teil des Apparats und setzt die Druckvorrichtung in Tätigkeit. In seiner Ruhelage wird er durch eine Spiralfeder erhalten, die einerseits an einem kleinen Arm der Hebelachse, andererseits an einer auf der hintern Apparattwanne befestigten Spannvorrichtung eingehängt ist, sodaß sie den rechten Arm des Auslösehebels emporzuheben strebt. Dieser trägt an seinem Ende einen abgerundeten, oben mit einer vorspringenden Nase versehenen Ansatz g_2 , während der linke Hebelarm in einer Anschlagsschraube g_1 mit Gegenmutter endigt, die sich über dem Schutzblech des Ankers befindet, sodaß sie von diesem beim Abschnellen getroffen und nach oben gedrängt wird. Eine zu große Abwärtsbewegung des rechten Arms verhindert ein an dem starken Querbalken v des Apparathäuses angeschraubter Messingwinkel Q .

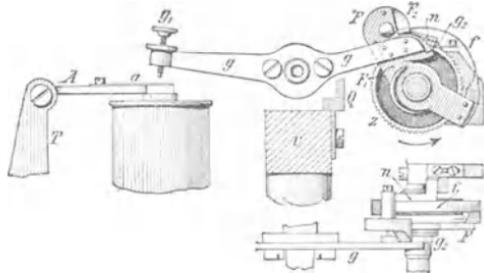


Fig. 118.
Auslösehebel.

An den neueren Hughesapparaten mit mechanischer Auslösung der Druckachse ist mit dem Batteriehebel ein aufwärts gebogener Stößerarm s (Fig. 119) verbunden, der in seinem geschlitzten Kopfstück die mit Kreuzlochbohrung und der Ebonitkuppe l versehene

Stößerschraube a aufnimmt und bei der Aufwärtsbewegung des Hebelarms F_1 von unten gegen einen gebogenen Fortsatz E des Ankers trifft. Durch den Stoß wird die anziehende Kraft des Magnetes überwunden, der Anker schnell ab und setzt die Druckvorrichtung des gebenden Apparats in Tätigkeit.

Wie die Zeichnung erkennen läßt, ist die Achse des Batteriehebels mit einer Messingplatte an dem Ständer S befestigt. An H_1 ist die Spannfeder e mit ihrem untern Ende festgeklemmt; das andere Ende hängt in einer Bohrung des vierkantigen Gewindebolzens c , der nach oben durch eine viereckige Öffnung im Lagerwinkel M des Schlittens geführt ist. Die Spannung der

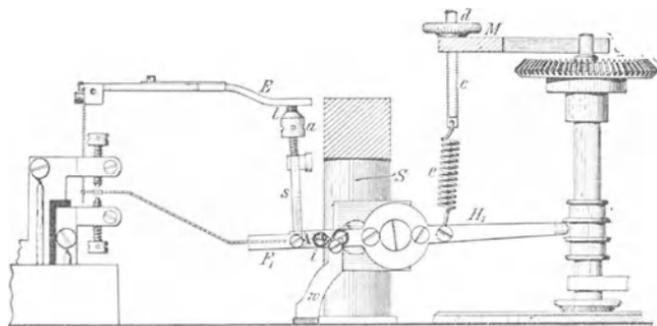


Fig. 119.

Mechanische Auslösung.

Feder wird durch die Mutter d geregelt. w ist eine winkelförmige Tischklemme, an der sich die Stromzuleitung i zu der vom Körper des Batteriehebels isolierten Feder F_1 befindet.

In einer älteren Ausführung der mechanischen Auslösung überträgt eine federnd gelagerte Zugstange die Bewegung des Batteriehebels in gleichem Sinne auf den Auslösehebel und macht dadurch die Sperrvorrichtung der Verkuppelung frei; der Anker des gebenden Apparats bleibt also während des Abdrucks auf den Elektromagnetkernen liegen.

In beiden Fällen gelangt der abgehende Strom, ohne erst die Elektromagnetrollen zu durchlaufen, unmittelbar und in voller Stärke in die Leitung, was namentlich für den Kabelbetrieb von Wichtigkeit ist.

Das Laufwerk mit der Aufziehvorrchtung. Das Laufwerk der älteren Hughesapparate wird durch ein aus 5 oder 6 Blei-

Zur Aufziehvorrichtung gehören zwei Kettenscheiben k und k_2 , von denen k oberhalb der Tischplatte neben dem Zahnrad R_1 auf der langsamsten Welle des Laufwerks sitzt, k_2 in einem eisernen Gestell unterhalb der Tischplatte gelagert ist; ferner zwei feste Rollen k_4 und k_5 , die ihr Lager in Ansätzen des nämlichen Gestells besitzen, zwei bewegliche Rollen k_1 und k_3 und eine doppelte Gliederkette ohne Ende in der durch Fig. 120 verdeutlichten Anordnung. Die größere der beweglichen Rollen k_1 trägt das Laufgewicht P , die kleinere k_3 ein Gegengewicht mit einer an seinem Haken angebrachten Gabel, die den Hebel einer Sperrvorrichtung auslöst und dadurch ein Glockenzeichen ertönen läßt, sobald das Laufgewicht den Boden nahezu erreicht hat und wieder aufgezogen werden muß.

Das Aufziehen geschieht durch abwechselndes Niederdrücken und Loslassen eines Trittes, der seine Achse am hintern rechten Tischfuß hat und mittels einer Zugstange und Kette die mit der Kettenscheibe k_2 auf die gleiche Achse gesetzte doppelte Aufzugsrolle um etwa 90° nach rechts dreht. Mit der Buchse dieser Aufzugsrolle ist ein Arm verbunden, der eine Sperrklinke trägt; diese greift in die Zähne eines mit der Kettenscheibe k_2 auf gemeinschaftlicher Buchse sitzenden Sperrades. Beim Niederdrücken des Trittes dreht sich also die Kettenscheibe mit der Aufzugsrolle. In der zweiten Abteilung dieser Rolle ist ein zweites Kettenstück eingehakt und durch eine starke Spiralfeder mit der linken Tischzarge verbunden, um das Zurückgehen der Aufzugsrolle beim Loslassen des Trittes herbeizuführen; das gleichzeitige Zurückgehen der Kettenscheibe wird dagegen durch zwei an dem eisernen Gestell festsitzende Sperrklinken verhindert. Niederdrücken und Loslassen des Trittes werden so oft wiederholt, bis die Rolle mit dem Laufgewicht gegen einen an der Unterseite der Tischplatte befestigten, mit Gummi gepolsterten Holzklötz stößt, der das weitere Aufziehen verhindert.

Um den Beamten das beschwerliche Aufziehen des Gewichts zu ersparen, hat man diese Arbeit an neueren Apparaten versuchsweise durch selbsttätige Vorrichtungen bewirken lassen, entweder auf pneumatischem Wege oder mittels eines dem Apparat beigegebenen Elektromotors. Versagt die selbsttätige Vorrichtung, so kann der Fußbetrieb aushelfend eintreten.

Bei den neuesten Hughesapparaten von Siemens und Halske kommt überhaupt kein Laufgewicht mehr zur Verwendung, sondern

der Mechanismus wird durch einen Gleichstromelektromotor mit Ringanker unmittelbar angetrieben (Taf. II). Die Drehung des Motors überträgt sich auf das Laufwerk durch ein zweiseitiges Kegelrad, das, auf der Schwungradachse sitzend, einerseits mit der Achse des Motors, andererseits mit der aufrechten Reguliervorrichtung des Apparats im Eingriff steht. Diese Art des Antriebs gestattet eine erhebliche Vereinfachung des Laufwerks; ferner wird durch den Wegfall des Laufgewichts das hohe Untergestell des Hughesapparats entbehrlich, und es können Tische der gewöhnlichen Höhe zur Verwendung gelangen. Zum Anlassen des Motorstromes dient ein an der rechten Seite des Tisches angebrachter Einschalter, der zugleich den Wecker aus- und einschaltet.

Die Druckachse.

Außer den im vorigen beschriebenen, bei geöffnetem Apparat stets sich drehenden Wellen ist in der Verlängerung der Schwungradachse noch eine weitere vorhanden, die an den Bewegungen des Laufwerks für gewöhnlich nicht teilnimmt, wenn sie nicht

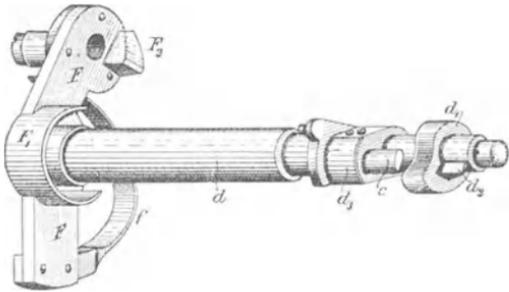


Fig. 121.
Druckachse.

durch eine besondere Einrückvorrichtung mit der Schwungradachse verkuppelt wird. Dies ist die Druckachse *d* (Fig. 121), die einerseits mit einer Ausbuchtung auf einem vorspringenden Zapfen der Schwungradachse, andererseits in einem an der vordern Apparatwange nach außen angeschraubten Messingwinkel *J* (Fig. 126) gelagert ist und auf ihrem vorderen, außerhalb der Apparatwand befindlichen Teile eine Reihe verschieden geformter Ansätze und Nasen trägt, welche während des Druckvorganges in Tätigkeit treten.

Die Kuppelung. Aus ihrem Lager auf der Innenseite der hintern Apparatwange ragt die Schwungradachse um etwa 1 cm heraus; sie trägt auf ihrem freien Ende ein mit feingeschnittenen Zähnen versehenes Sperrrad *z* (Fig. 118, 122) und einen Zapfen, auf den die Druckachse mit ihrem ausgehöhlten Ende aufgeschoben ist. Das vordere Ende der Druckachse hat außer dem Messingwinkel an der vordern Apparatwange noch ein zweites Lager in einem

an die Vorderwand angeschraubten Messingbügel. Auf ihrem hintern Ende, unmittelbar gegenüber dem Sperrad der Schwungradachse, sitzt ein zweiflügeliges Querstück FF, das an dem einen Flügel nach vorn einen dreikantigen Ansatz F_2 , nach hinten einen Sperrkamm n trägt, während an dem andern Flügel eine starke gebogene Feder f befestigt ist, die gegen den Sperrkamm drückt.

Das Dreikant F_2 legt sich im Ruhezustande (Fig. 118) des Auslösehebels gegen dessen vorspringende Nase und hemmt dadurch die Bewegung der Druckachse. Solange der Auslösehebel diese Lage beibehält, vermag auch die gebogene Feder den Sperrkamm nicht in die Zähne des Sperrades zu drücken, weil ein von dem Sperrkamm n seitlich ausladender Zahn (Fig. 118) mit seiner Unterkante auf der linken Fläche eines mit der Schneide nach oben auf dem Achslager der Schwungradwelle angebrachten Prismas

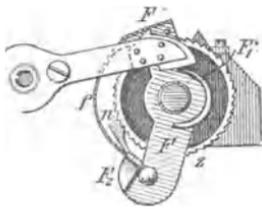


Fig. 122.

Kuppelung nach Hughes.

(Fig. 122 zwischen F und F_1) steht, von dem es nur herabgleiten kann, wenn die Bewegung der Druckachse durch Senkung des Auslösehebels freigegeben wird. Dann greift der Sperrkamm in die Zähne des Sperrades und die Druckachse wird mit der Schwungradwelle gekuppelt (Fig. 122), aber nach Vollendung eines Umlaufs wieder angehalten, weil der Zahn des Sperrkammes n auf das Prisma trifft, an diesem in die Höhe gleitet und den Sperrkamm aus den Zähnen des Sperrrades heraushebt. Freilich würde der Zahn des Sperrkammes auf der linken Seite des Prismas wieder herabgleiten, wenn nicht inzwischen der Einfallhebel durch die Wirkung der an ihm befestigten Spiralfeder seine Normalstellung wieder eingenommen und die Bewegung der Druckachse gehemmt hätte.

Die Zurückführung des Ankers hat Hughes einer sichelförmigen exzentrischen Leiste F_1 (Fig. 122) auf den Flügelarmen der Druckachse übertragen, die unter dem rechtsseitigen Ansatz des Auslösehebels schleift und ihn so weit emporhebt, daß die Anschlagsschraube den Anker vollständig auf die Polschuhe niederdrückt, wo ihn der Magnetismus bis zum nächsten Stromstoß festhält. Der prismatische Ansatz F_2 des Flügelarms trifft im nächsten Moment auf die abgerundete Oberkante des Hebelansatzes und drückt den Hebel, indem er bis zu dessen Nase fortgleitet, so weit nieder, wie das Exzenter

es gestattet, wobei sich dann auch die Anschlagsschraube wieder etwas von dem Ankerblech entfernt. Im Ruhezustande (Fig. 118) ist die Exzenterleiste vollständig unter dem Hebelansatz fortgerückt, sodaß dieser bei einem neuen Stromstoß wieder nach unten ausweichen kann.

Die Kuppelungen neuerer Art von Siemens und Halske, sowie von Stock und Ko. verwenden seitlich gezahnte Sperrräder und Klinken. Bei Siemens und Halske

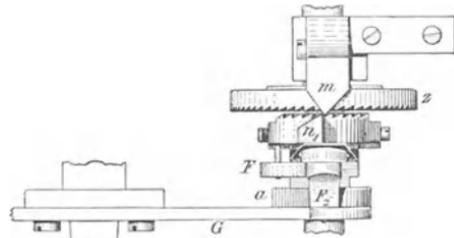


Fig. 123.

Kuppelung von Siemens & Halske.

(Fig. 123) ist das feste Prisma m auf dem Lager der Schwungradwelle beibehalten, das bewegliche n_1 dagegen am oberen Teil des durch ein Scharnier mit dem Endstück F der Druckachse verbundenen Sperrkammes befestigt, die durch eine Blattfeder in der Richtung wider das Sperrrad z auf der Schwungradachse gedrückt wird. Im Ruhezustande liegt der keilförmige Anschlag F_2 am Vorsprung a des Auslösehebels; zugleich sind durch das Aufgleiten des prismatischen Ansatzes n_1 des Sperrkammes auf der schiefen Ebene des festen Primas m die Zähne der Kuppelungs-Vorrichtung außer Eingriff gebracht, sodaß die Druckachse an

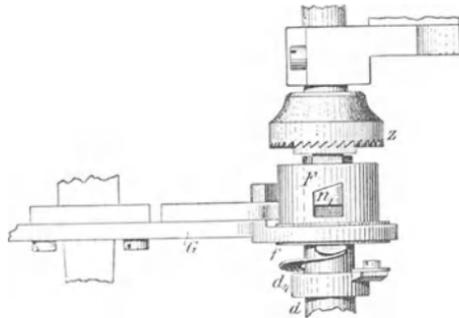


Fig. 124.

Kuppelung von Stock & Ko.

der Bewegung der Schwungradwelle nicht teilnimmt. Senkt sich der Auslösehebel, so wird der Anschlag frei und der Sperrkamm kann nun, dem Drucke der Blattfeder folgend, seine Zähne in das Sperrrad der Schwungradwelle legen, wodurch beide Achsen auf die Dauer einer Umdrehung gekuppelt werden.

Stock und Ko. haben auf die Druckachse d (Fig. 124) eine Muffe F mit vierkantiger Nute gesetzt, in der ein Riegel mit dem

gezahnten Sperrkamm und der schiefen Ebene n_1 verschiebbar gelagert ist. Unter dem Drucke einer spiralförmigen, wider einen festen Ring d_4 der Druckachse sich stützenden Blattfeder f kann der Riegel so weit vorgeschoben werden, daß die Zähne des Sperrkamm in das Sperrrad z der Schwungradachse eingreifen, vorausgesetzt, daß diese Bewegung nicht durch die schiefe Ebene und das feste Prisma m gehemmt ist. Letzteres sitzt bei Stock nicht auf dem Lager der Schwungradwelle, sondern am untern Teile a des Auslösehebels (Fig. 125), dessen rechte Seite gabelförmig gestaltet ist. Der obere Teil a_1 wird vom Exzenter der Druckachse bei jedem Umlauf gehoben und bringt dadurch den hakenförmigen Ansatz des untern Armes

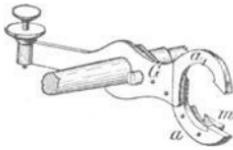


Fig. 125.

Auslösehebel
von Stock & Ko.

welle, sondern am untern Teile a des Auslösehebels (Fig. 125), dessen rechte Seite gabelförmig gestaltet ist. Der obere Teil a_1 wird vom Exzenter der Druckachse bei jedem Umlauf gehoben und bringt dadurch den hakenförmigen Ansatz des untern Armes

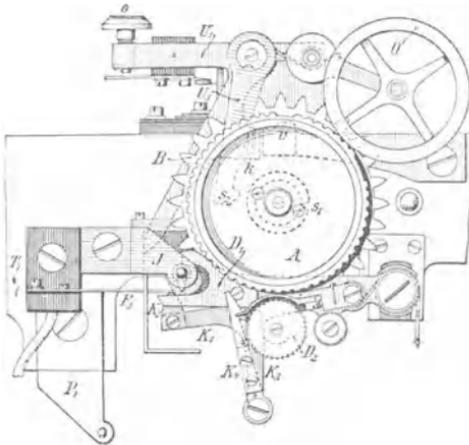


Fig. 126.

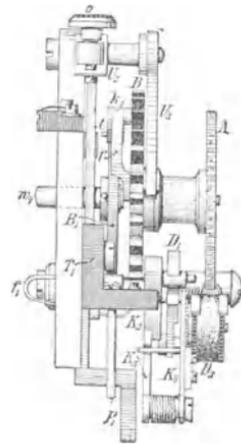


Fig. 127.

Druckvorrichtung.

mit dem seitlich daran befestigten Prisma in den Weg des schief abgeschnittenen Sperrriegelansatzes, der sich darin festläuft und die Entkuppelung bewirkt.

Die Druckvorrichtung. Die Buchstaben, Ziffern und Satzzeichen, welche mit dem Hughesapparat dargestellt werden können, sind auf dem Rande des scheibenförmigen Typenrades A (Fig. 126 und 127) in nachstehender Reihenfolge erhaben auf graviert:

1 A 2 B 3 C 4 D 5 E 6 F 7 G 8 H 9 I O J . K , L ; M : N ? O
! P ' Q + R — S § T / U = V (W) X & Y „ Z.

Zwischen Z und 1 befindet sich eine Lücke, die den Raum von 2 Typen einnimmt und dem Buchstabenblank des Tastenwerks entspricht; eine zweite Lücke, zwischen V und (, stellt das Zahlenblank dar. Diese Lücken dienen zur Herstellung der Zwischenräume.

Das Typenrad A (Fig. 128) sitzt zusammen mit dem Korrektionsrad B und dem Friktionsrad B_1 auf der Typenradachse w_4 , und zwar außerhalb der vordern Apparattwange. Das Friktionsrad, ringförmig und mit feinen Zähnen versehen, ist auf den scheiben-

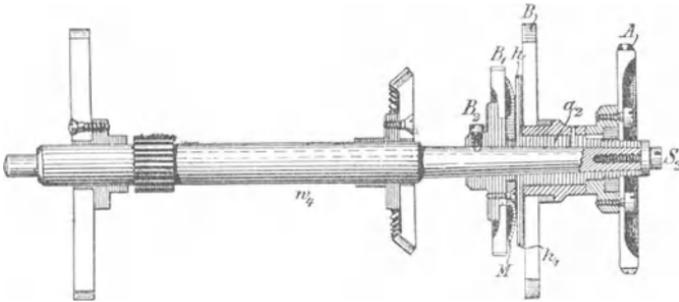


Fig. 128.

Typenradachse.

artigen Ansatz einer mit der Typenradachse verschraubten Buchse B_2 geschoben und wird durch eine federnde Metallscheibe M in seiner Lage erhalten, kann aber bei Aufwendung einiger Kraft um seine Achse verschoben werden. An den Umdrehungen der Typenradachse nimmt das Friktionsrad ständig teil.

Mit dem Typenrad auf einer gemeinsamen Buchse, aber unabhängig von ihm drehbar befestigt ist das hinter ihm liegende, mit 28 scharfen Zähnen versehene Korrektionsrad B. Beide Räder werden auf der Typenradachse lediglich durch eine in deren Vorderende eingelassene Schraube S_2 mit Unterlagscheibe festgehalten, sind aber sonst frei verschiebbar und beteiligen sich an der Umdrehung nur dann, wenn sie mit dem Friktionsrad verkuppelt werden. Zu diesem Zwecke trägt das Korrektionsrad in der Nähe seines Umfangs eine Sperrklinke k_1 (Fig. 127), deren feingezahnter Kamm unter der Wirkung einer gebogenen Feder f in

die Zähne des Friktionsrades greift, aber ausgelöst wird, sobald in den Weg eines aus der Klinke vortretenden Stiftes t die schiefe Ebene v der Einstellvorrichtung tritt, an welcher er zwangsläufig emporgleitet.

Den Übergang von Buchstaben zu Ziffern und umgekehrt ermöglicht der Figurenwechsel, (Fig. 129) bestehend aus einem mit dem Typenrad durch die Buchse a_2 fest verbundenen zweiarmigen Hebel hh_1 , der mit dem Ende h innerhalb des abgerundeten Einschnitts einer stählernen Scheibe w , des sog. Wechselhebels, spielt. Dieser Wechselhebel ist um eine Schraube drehbar auf

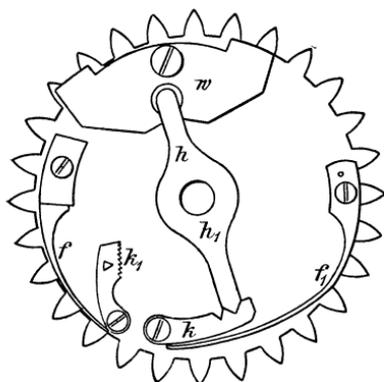


Fig. 129.

Typenrad mit Figurenwechsel.

der Rückseite des Korrektionsrades angebracht; er besitzt zwei Vorsprünge, die abwechselnd eine Lücke zwischen zwei Zähnen des Korrektionsrades bedecken, und zwischen denen 4 Intervalle freigelassen sind. Das Ende h_1 des geraden Hebels wird festgehalten durch eine mit zwei Einkerbungen versehene Sperrklinke k , auf welche eine gebogene Feder f_1 drückt. Der Hebel kann infolgedessen nur zwei Stellungen einnehmen, die durch die

Stellung des Wechselhebels bedingt werden; er geht aus der einen in die andere über, sobald die vorgeschobene Nase dieser Scheibe durch den Korrektionsdaumen c der Druckachse Fig. 121 zurückgedrängt wird, was beim Greifen der entsprechenden Blanktaste geschieht. Mit dem Wechselhebel verschiebt sich gleichzeitig das Typenrad um ein halbes Intervall in der einen oder andern Richtung, und da dasselbe auf seinem Umfange abwechselnd Buchstaben und Ziffern oder Satzzeichen trägt, so gelangen jetzt Ziffern zum Abdruck, wenn vorher Buchstaben gedruckt wurden und umgekehrt.

Der Figurenwechsel verbindet zugleich das Typenrad mit dem Korrektionsrad, sodaß kleine Verschiebungen des einen sich auf das andere übertragen. Hieraus erklärt sich die Wirkung des Korrektionsdaumens c , der, in eine Öffnung des auf der Druckachse sitzenden Stahlstückes d_3 eingeschoben, sich bei jedem Um-

gang in eine Zahnücke des Korrektionsrades legt und dessen Stellung berichtigt. Infolgedessen steht das abzudruckende Zeichen stets genau an der tiefsten Stelle des Typenrades der Druckrolle gegenüber. Bei der Verschiebung des Korrektionsrades ist dessen Verkuppelung mit dem Friktionsrad dieser Bewegung nicht hinderlich, weil die Zähne der Sperrklinke über diejenigen des Friktionsrades weggleiten; die Zurückbewegung dagegen würde nicht möglich sein, wenn nicht das Friktionsrad wegen seiner eigenartigen Festklemmung mit einem gewissen Kraftaufwand um seine Achse verschoben werden könnte.

Der Abdruck der Zeichen geht beim Hughesapparat in der Weise vor sich, daß wider die in voller Drehung befindliche Typenscheibe von unten das über eine Rolle geführte Papierband geworfen wird, wobei sich die an der tiefsten Stelle befindliche Type abdruckt. Die Hebung und Fortbewegung des Papierstreifens ist zwei auf die nämliche Achse geschobenen Hebeln zugewiesen, dem Druckhebel und dem Papierführungshebel.

Der Druckhebel D_1 (Fig. 126) trägt auf einem Ansatz leicht drehbar eingeschoben die mit einem Guttapolster belegte Druckrolle D_2 , die an ihrer Rückseite mit einem Sperrade versehen und zu beiden Seiten des Polsters von feingezähnten Radkränzen eingefast ist, gegen welche die Bügel des darüber angebrachten, federnden Messingsattels das Papierband drücken. An seinem freien Ende gabelförmig ausgeschnitten, liegt der Druckhebel mit dem oberen, geschweiften Arme auf der Druckachse und wird bei jeder Umdrehung der letzteren durch einen scharfkantigen, in das nierenförmige Stahlstück d_1 eingesetzten Daumen d_2 , emporgeschleudert.

Gleichzeitig mit diesem Vorgang findet das Fortrücken des Papierstreifens statt. Der Papierführungshebel K_1 besitzt an seinem freien Ende ein seitlich abgerundetes Ansatzstück K_2 und etwa in der Mitte seiner Länge einen nach unten gerichteten Arm K_3 mit einer hakenförmigen Klinke K_4 . Diese wird durch eine Spiralfeder gegen die Zähne des Sperrades an der Druckrolle gepreßt, während eine an der Apparaturwand befestigte gebogene Lamelle f_1 (Fig. 127) das federnde Auflager für einen seitlichen Stift des Papierführungshebels bildet. Infolge des hierdurch von unten ausgeübten Druckes legt sich der abgerundete Ansatz wider das nierenförmige Stahlstück d_1 (Fig. 121) der Druckachse, das im geeigneten Moment der Umdrehung den Hebel nach unten drückt, dessen Haken zum Eingriff

mit den Zähnen des Sperrades an der Druckrolle bringt und diese um einen Zahn fortrückt, wobei sich der Papierstreifen um eine Zeichenbreite vorschiebt. Die Tätigkeiten beider Hebel sind zeitlich so angeordnet, daß im Moment der Berührung das Typenrad sich auf der Druckrolle abwälzt, wodurch ein scharfer Abdruck des Zeichens herbeigeführt wird.

Ein mit Tuch überzogenes Farbrädchen O (Fig. 126) an einem Hebel mit fester Drehachse beweglich angebracht und durch eine Spiralfeder nach unten gedrückt, legt sich leicht wider den Rand des Typenrads und versieht die Typen stets mit frischer Farbe.

Bei ruhendem Apparat berührt der Korrektdaumen der Druckachse eine geschlitzte Blattfeder F_3 , die auf einem Ebonitwinkel T_1 an der vordern Apparatwange neben dem Lager J der Druckachse befestigt und in den Stromkreis des Apparats geschaltet ist. Sie hat den Zweck, die beim Andrücken des Ankers in den Elektromagnetrollen induzierten Ströme unschädlich zu machen. Das Nähere hierüber wird sich bei der Besprechung des Stromlaufs ergeben.

Der Einstellhebel. Der Einstellhebel (Fig. 126) dient dazu, Korrektdaumen und Typenrad außer Verbindung mit dem Laufwerk zu bringen und in der Ruhestellung festzuhalten, in welcher sich die dem Buchstabenblank entsprechende Lücke am tiefsten Punkte des Typenrades befindet. Auch dieser Hebel ist mittels einer Büchse drehbar auf eine in die vordere Apparatwand oberhalb des Typenrades eingeschraubte Achse geschoben. Von seinen drei Armen befinden sich zwei in der nämlichen senkrechten Ebene dicht vor der Wand des Apparats; der dritte, am Ende mit einem hakenförmigen Ansatz versehen, liegt zwischen Korrektdaumen und Typenrad.

Der wagrechte obere Arm U_1 des Einstellhebels ist am freien Ende mit einer senkrechten Durchbohrung versehen, in der sich ein federnder Kontaktstift mit Druckknopf o bewegt, und trägt an seiner Unterseite eine isolierte Blattfeder, die sog. Ausschlußfeder, die durch eine Drahtspirale mit einem isoliert auf die vordere Apparatwange aufgesetzten Messingwinkel in Verbindung steht, von dem ein Draht zur Leitungsklemme führt. Ein auf den Knopf ausgeübter Druck bringt demnach die Leitung in unmittelbare Verbindung mit dem Körper des Apparats und schaltet den Elektromagnet aus; erst wenn diese Ausschaltung stattgefunden hat, folgt

der Hebel dem Druck nach unten, wobei sich die Nase s_2 des vorderen Arms U_3 in einen Einschnitt s_1 der Buchse des Korrektionsrades legt und dieses samt dem Typenrad anhält.

Der mittlere, schräg nach unten gerichtete Arm U_2 hat an seiner rechten Seite einen Ansatz mit lotrechter Schneide k , die beim Niedergang des Hebels zwischen die Apparaturwand und eine an ihr befestigte Blattfeder greift, diese von der Wand abdrängt und mit ihrem oben eingekerbten Stahlansatz v in den Weg des Stiftes t an der Sperrklinke des Korrektionsrades bringt. Dieser Stift gleitet an der schiefen Ebene des Federansatzes in die Höhe und legt sich in die Einkerbung; dadurch wird die Sperrklinke aus den Zähnen des Friktionsrades ausgehoben und die Verbindung der Druckvorrichtung mit dem Laufwerk unterbrochen. Erst wenn ein Strom die Druckachse auslöst, wird wieder die Druckvorrichtung eingeschaltet: der Auslösestift an der Druckachse (links von d_3 in Fig. 121) trifft auf den schrägen Arm des Einstellhebels und löst dessen Verbindung mit der Blattfeder; diese tritt zurück und gibt den Stift der Sperrklinke frei, worauf die Verkuppelung des Friktionsrades mit dem Korrektionsrade eintritt und dieses samt dem Typenrad an den Umdrehungen ihrer Achse wieder teilnehmen.

Die Brems- und Reguliervorrichtung. Zur Regelung der Laufgeschwindigkeit dient bei den älteren Hughesapparaten ein wagrecht gelagertes konisches Pendel in Verbindung mit einem Bremsring (Fig. 130). Die letzte Achse des Laufwerks, auf welche das Schwungrad mit starker Reibung aufgeschoben ist, hat ihr vorderes Lager in einem Messingwinkel an der Innenseite der Apparaturrückwand, während das hintere Ende in den als Träger des stählernen Bremsringes Q dienenden Messingbügel q auf der Außenseite der gleichen Apparaturwange so gelagert ist, daß ein verlängerter Zapfen v_3 (Fig. 132) der Schwungradachse in die Mittellinie des Bremsringes hineinragt. Auf diesem Zapfen ist die zylindrische, an einer Seite abgeflachte Buchse v der Bremsvorrichtung festgeschraubt, deren fester Arm v_1 das Lager für die Achse des Stahldrahthebels v_2 , des eigentlichen Bremshebels, trägt. Das Ende dieses Hebels ist zu einer Öse gebogen und nimmt das freie Ende der Pendelstange auf, die sich im Ruhezustande gegen die abgeflachte Seite der Buchse v anlegt. Auf der Achse des Bremshebels sitzt ferner eine exzentrische Elfenbeinscheibe d , die beim Ausschlagen des Hebels auf eine aus Draht gebogene und mit

einem angelöteten Messingstück auf der Buchse v festgeschraubte Feder i mit dem Bremsklotz k drückt. Dieser, gewöhnlich ein starker Lederstreifen, ist in eine am Ende der Bremsfeder befestigte Öse mit Muttergewinde eingesetzt.

Die Pendelstange besteht aus einem starken, konisch sich verjüngenden Stahldraht, der in der Nähe des dickeren Endes entweder zu einer zylindrischen oder zu einer flachen Spirale P_1 aufgewunden ist. Das stärkere Ende ist mit einer stählernen Hülse in der Form einer aufgeschlitzten Röhre umgeben und wird durch 4 Schrauben in einem Messinglager festgehalten, dessen Durchbohrung in der Mitte eine sattelförmige Erhöhung besitzt, um die Zentrierung der Pendelstange durch Anziehen der Befestigungsschrauben zu ermöglichen. Ist die Pendelstange richtig eingestellt, so muß sie sich bei abgenommener Bremsvorrichtung an den Zapfen der Schwungradwelle anlegen und von dieser bei der Umdrehung mitgenommen werden.

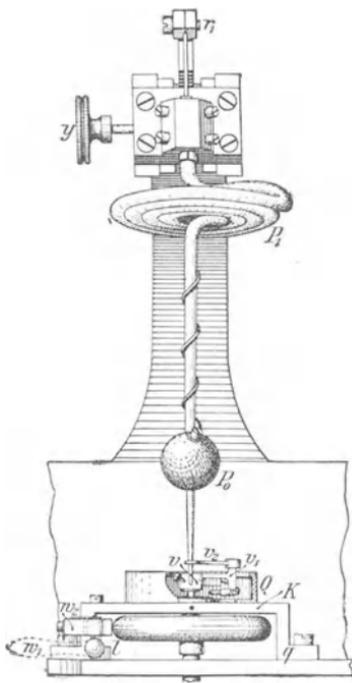


Fig. 130.

Bremse und Regler.

Lager für eine Zahnstange, die mittels einer Regulierschraube y vorwärts oder rückwärts bewegt werden kann und dabei mittels des Ansatzes r_1 die an einem Draht auf der Pendelstange verschiebbar angebrachte Regulierkugel P_0 mitnimmt. Diese Messingkugel bildet die Linse des konischen Pendels, dessen Schwingungen sie bei der Verschiebung verlangsamt oder beschleunigt.

Ist nämlich das freie Ende der Pendelstange in die Öse des Bremshebels eingeschoben, so muß die Pendelstange den Bewegungen

Das Pendelstangenlager ist auf einem an der Rückseite des Apparates befestigten konsolartigen Fortsatz festgeschraubt und besteht aus zwei Teilen, der beschriebenen Haltevorrichtung für die Pendelstange P_1 und einem darunter befindlichen

der Schwungradwelle folgen, und die Messingkugel strebt infolge der Schwingkraft, sich immer weiter von ihrer Umdrehungsachse zu entfernen. In dem Maße, wie die Schwingungen sich erweitern, wird der Bremshebel nach außen gedrängt und der Bremsklotz wider die Innenfläche des Bremsringes gepreßt. Dadurch entsteht für die Laufgeschwindigkeit eine Hemmung, die um so größer ist, je weiter die Regulierkugel ausschlägt; der Apparat regelt also selbsttätig die Gleichmäßigkeit seines Ganges, während die Umlaufgeschwindigkeit wesentlich von der Pendellänge abhängt und durch Verschieben der Kugel auf der Pendelstange reguliert werden kann.

Um die Erschütterungen zu verringern, denen der Apparat durch die Bewegung der Pendelstange ausgesetzt ist, und zur Ersparung von Raum haben Siemens und Halske seit einigen Jahren mit gutem Erfolge die Reguliervorrichtung aufrecht gestellt und nach Art der Regulatoren für Dampfmaschinen konstruiert. Zwischen den Schenkeln **P** (Fig. 131) eines nach oben sich verjüngenden gußeisernen Bockes ist die Achse *a* gelagert, deren konischer Trieb R_7 in ein auf die Schwungradachse gesetztes gleichartiges Zahnrad eingreift. An ihr sind mittels kräftiger Blattfedern die Pendelstangen P_1 befestigt. Auf diese sind die Messingkörper P_0 lose aufgeschoben und mit Spiraldrähten an dem in einem Längsschlitz der Achse *a* verschiebbaren Messingstück *m* aufgehängt, dessen Stellung durch die Regulierschraube *y* am obern Ende des Bockes beliebig verändert werden kann. Jede Pendelstange trägt auf der Außenseite eine abgebogene Stahlfeder mit Bremsklotz. Die beiden Bremsklötze bewegen sich auf der Innenfläche des in halber Höhe des Bockes wagerecht angebrachten Bremsringes *Q* und werden beim Ausschlagen der Schwungkugeln gegen die Ringwand gepreßt.

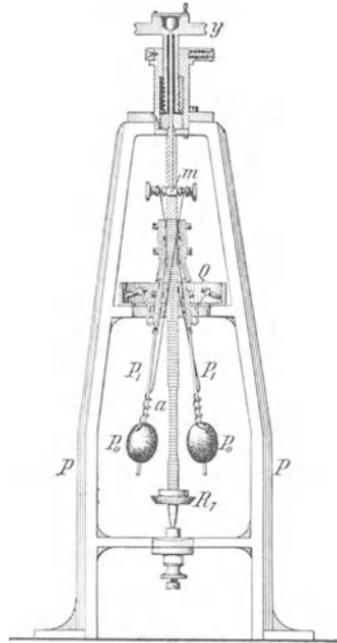


Fig. 131.

Bremse und Regler
von Siemens & Halske.

Die Anhaltevorrichtung (Fig. 132). Das Anhalten des Laufwerks geschieht bei den Apparaten mit Gewichts Antrieb durch einen an der linken Seite der hintern Apparattwange gelagerten

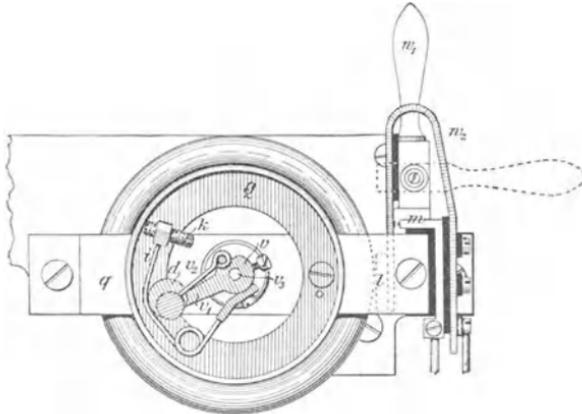


Fig. 132.

Bremse und Haltevorrichtung.

Hebel w_1 , der bei aufrechter Stellung mittels eines Exzenters den an einer starken Feder w_2 befestigten Bremsklotz l wider das Schwungrad preßt, wogegen der Bremsklotz von dem Schwungrad zurücktritt und das Laufwerk freiläßt, sobald der Hebel in die wagerechte Lage gebracht wird. Die Feder ist vom Apparatgestell isoliert und legt sich beim Öffnen des Apparats gegen ein gleichfalls vom Gestell isoliertes Messingstück m , während beim Schließen des Apparats der Kontakt beider Teile aufgehoben wird. Zwischen den Kontaktstücken liegen die Elektromagnetrollen eines Weckers, der bei ruhender Korrespondenz empfangsbereit, bei geöffnetem Apparat aber kurzgeschlossen ist.

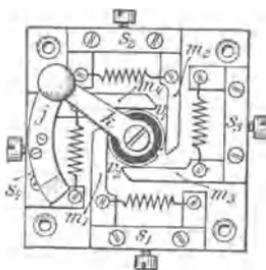


Fig. 133.

Stromwender.

Stromwender und Ausschalter. Der Umstand, daß der polarisierte Elektromagnet des Hughesapparats nur auf Ströme bestimmter Richtung anspricht, macht die Anbringung eines Stromwenders erforderlich. Dieser besteht (Fig. 133) aus einer Messing-

kurbel k , auf deren Achse eine Ebonitscheibe mit zwei Metallstreifen v_1, v_2 aufgeschoben ist, und vier dagegen federnden Messingstücken m_1 bis m_4 , die an den Enden der Messingschienen s drehbar eingelagert sind. An den Klemmschrauben der Schienen s_1 und s_2 liegen Leitung und Erde, an s_3 und s_4 die Elektromagnetrollen des Apparats. In Fig. 133 ist s_2 über m_2, v_1, m_4 mit s_4 verbunden, s_1 über m_1, v_2, m_3 mit s_3 . Wird die Kurbel bis ans vordere Ende der Blattfeder j gedreht, so wechseln die Verbindungen so, daß der von der Leitung kommende Strom die Elektromagnetrollen in der umgekehrten Richtung durchfließt; vgl. Fig. 246 und 247.

Eine kleinere Kurbel mit zwei Gleitschienen links vom Elektromagnetsystem hat den Zweck, den Stromkreis nach Belieben zu unterbrechen. Sie heißt der Gleitwechsel oder Ausschalter.

Einstellung und Betrieb der Hughesapparate. Nachdem das Laufwerk in Tätigkeit gesetzt worden ist, wird durch abwechselndes Niederdrücken der 1. und 14. Taste (Buchstabenblank und N) das andere Amt angerufen. Hat dieses, bei dem sich der Rufstrom durch das Abwerfen des Ankers bemerkbar macht, in der gleichen Weise geantwortet, so ist zunächst der Gleichlauf der Apparate herbeizuführen. Zu diesem Zwecke verlangt das rufende Amt durch mehrmaliges Greifen der Zeichengruppe i das fortgesetzte Niederdrücken einer und derselben beliebigen Taste und verschiebt, während die jedesmal durch einen vollen Schlittenumlauf getrennten Stromstöße ankommen, die Schwungkugeln der Regulier Vorrichtung seines Apparats so lange, bis dieser stets das nämliche Zeichen drückt. In der Reihenfolge des Alphabets fortschreitende Buchstaben deuten darauf hin, daß der eigene Apparat zu rasch, rückliegende darauf, daß er zu langsam läuft. Die Einstellung muß so genau sein, daß auch nach Auslassung von 10—20 Umläufen durch Ausschalten des Elektromagnets die Übereinstimmung fortbesteht.

Um die Empfindlichkeit des Elektromagnets zu regulieren, wird die Zeichengruppe i n verlangt und gegeben. Dabei ist der Schwächungsanker soweit vorzuschieben, bis der Ankerhebel überhaupt nicht mehr zur Ruhe kommt und das sog. Fortlaufen des Apparats, eine ununterbrochene Reihe von Auslösungen eintritt; darauf ist der Schwächungsanker bis zur Beseitigung dieser Erscheinung langsam zurückzuziehen. In gleicher Weise wird auch mit dem Anziehen und Nachlassen der veränderlichen Stell-

schraube verfahren. Die Regelung des Elektromagnetes ist auf beiden Amtern vorzunehmen.

Beim Arbeiten, das bei jedem Richtungswechsel mit dem Feststellen des Typenrades durch Niederdrücken des Einstellhebels beginnt, ist zu berücksichtigen, daß die Stromsendungen in bestimmten, nicht zu kleinen und nicht zu großen Zwischenräumen aufeinander folgen müssen, wenn die Leistungsfähigkeit des Apparats voll ausgenutzt werden soll. Der Abdruck jedes Buchstabens wird durch die mechanische Arbeit der Druckachse hervorgebracht, die sich bei jeder Stromsendung mit der Schwungradachse auf die Dauer einer Umdrehung verkuppelt. Diese bewegt sich siebenmal schneller als der Schlitten und das Typenrad; während sich der Abdruck vollendet, wird also der Schlitten nur über 4 Stifte hinweggegangen sein. Hiernach ließe sich schon der 4. Buchstabe wieder drucken; da aber auch für die Verkuppelung und Entkuppelung der Druckachse eine kleine Zeit erforderlich ist, so darf immer nur die 5. Taste gedrückt werden, wenn der Mechanismus der Apparate sicher wirken soll, also nach dem Buchstabenblank der Reihe nach e, j, o, t, y u. s. w. Wäre dagegen nach dem Blank als erster Buchstabe a zu drucken, so müßte dazu der zweite Schlittenumlauf abgewartet werden. Zum raschen Arbeiten ist es notwendig, daß die Beamten sich schon während des Ablesens der Telegramme die beim Abtelegraphieren möglichen Zusammenfassungen von Buchstaben oder Ziffern in einem Schlittenumlauf, die sog. Kombinationen, vergegenwärtigen. Je mehr die Umläufe ausgenutzt werden, um so besser erhält sich auch infolge der bei jedem Abdruck eintretenden Korrektur der Gleichlauf.

Reinigen und Auseinandernehmen des Hughesapparates.

Hughesapparate, die täglich im Gebrauche sind, müssen auch täglich mit Hilfe von weichen Lederlappen, halbseidenen Wischtüchern und geeigneten Bürsten gereinigt werden. Zugleich sind sämtliche im Stromwege liegende Kontakte zu säubern, wozu für gewöhnlich das Hindurchziehen eines Papierstreifens genügt; im Notfalle kann feines Schmirgelpapier benutzt werden. Alle reibenden Teile sind unter Benutzung der vorhandenen Öllöcher ausreichend mit gutem, säurefreiem Öl zu versehen. Ein gut geölter Apparat muß mit 4 Gewichtsplatten ordnungsmäßig ablaufen.

Das Zerlegen des Apparats geschieht einmal wöchentlich und ist im allgemeinen Sache des Mechanikers; doch soll jeder Apparatbeamte sich die Fertigkeit zum Abnehmen wenigstens der einfacheren Teile aneignen. Beim Auseinandernehmen wird zweckmäßig die nachstehende Reihenfolge eingehalten: Vorderer Träger der Druckachse, isolierte Feder, Druck- und Papierführungshebel, Typen- und Korrektionsrad, Druckachse, Bremse, Schwungradachse. Unabhängig von anderen Apparatteilen lassen sich Kontaktschlitten, Einstellhebel, Batterie-Kontakthebel, Auslöshebel, Tastenwerk und Stiftbüchse herausnehmen. Von Wichtigkeit ist die Verwendung guter Werkzeuge. Die verschiedenen Schrauben müssen geordnet niedergelegt werden, damit keine Verwechslungen beim Wiederzusammensetzen des Apparats eintreten, das in der umgekehrten Reihenfolge vor sich geht.

Fehler im Hughesbetriebe. Die am Hughesapparat vorkommenden Störungen sind entweder auf mechanische, den Gang des Apparats beeinflussende Unregelmäßigkeiten oder auf Fehler im Stromwege, besonders im Elektromagnetsysteme, zurückzuführen. Ihre Beseitigung erfordert eine genaue Kenntnis des Apparats, große Sorgfalt und gutes Werkzeug; in schwierigen Fällen ist stets die Hilfe des Mechanikers in Anspruch zu nehmen.

Fehler im Gang des Apparats.

1. Der Ausschlag der Pendelstange ist nicht ordnungsmäßig. Ein unregelmäßiger Lauf ist am Verhalten der Reguliervorrichtung zu erkennen. Wenn der Ausschlag der Pendelstange zu groß ist, so liegt dies in der Regel an der Abnutzung des Bremsklotzes; ist der Ausschlag dagegen zu gering, so kann hierzu außer einer fehlerhaften Beschaffenheit der Bremse auch die zu große Reibung einzelner Apparatteile infolge ungenügender Ölung die Ursache bilden.

Zuckt die Pendelstange bei schwankender Laufgeschwindigkeit, dann ist sie entweder nicht richtig zentriert, oder die Regulierkugel ist mangelhaft befestigt, oder die Bremsvorrichtung zu schwer beweglich; auch kann die Ursache des Fehlers in unrichtiger Befestigung des Schwungrads auf seiner Welle zu suchen sein.

Tritt eine Verlangsamung des Ganges während der Arbeit ein, obwohl die Reibungsstellen ausreichend geölt sind, so liegt in der Regel eine der folgenden Unregelmäßigkeiten vor:

- a) die Anschlagsschraube des Auslösehebels ist zu tief eingeschraubt;
- b) der Auslösehebel selber wird durch die Spiralfeder zu fest gespannt;
- c) die Ankerfedern wirken zu stark;
- d) die Druckvorrichtung steht zu hoch oder zu fest;
- e) die Feder auf dem Batterie-Kontakthebel wirkt zu kräftig.

Diese sämtlichen Mängel lassen sich durch geeignetere Einstellung der bezeichneten Apparateile beseitigen.

2. Der Apparat läuft nicht an.

Wenn bei aufgezogenem Gewicht die Bewegung des Laufwerks nach dem Umlegen des Anhaltehebels nicht eintritt oder nach wenigen Umläufen wieder aufhört, so können folgende Ursachen für diese Erscheinung vorliegen:

- a) Der Bremshebel ist in seiner Bewegung gehemmt, entweder durch die Regulierkugel, welche die Öse des Hebels berührt, oder dadurch, daß die Buchse der Bremsvorrichtung zu weit auf die Schwungradachse geschoben ist, oder durch zu tiefes Einschrauben des Lederstreifens, der den Bremsring infolgedessen schon in der Ruhelage berührt;
- b) der Stößer des Schlittens berührt die Stiftplatte; dieser Fehler ist durch Anziehen der Stellschraube, auf welcher der untere Zapfen der Schlittenachse läuft, zu beseitigen;
- c) der Bremsklotz der Hemmfeder läßt das Schwungrad nach dem Niederlegen des Hebels nicht völlig frei. Auch der umgekehrte Fall kommt vor, daß sich das Laufwerk nicht anhalten läßt, weil der Bremsklotz nicht genügend wider das Schwungrad drückt.

3. Der Apparat bleibt während der Arbeit plötzlich stehen. Das Stehenbleiben des Apparats kann eintreten:

- a) wenn der Korrektionsdaumen oder die Zähne des Korrektionsrades abgenutzt sind, sodaß die gleitende Berührung zwischen beiden Teilen sich in eine starke Reibung oder ein Zusammenstoßen verwandelt;
- b) wenn ein Vorsprung des Wechselhebels nicht mehr die zugehörige Zahnücke des Korrektionsrades in ihrer ganzen Breite bedeckt und der Korrektionsdaumen sich in dem Zwischenraume fängt;

c) wenn der Stößer des Schlittens an einem nicht hoch genug gehobenen Kontaktstifte hängen bleibt, ohne diesen aus der Öffnung der Stiftplatte herauszudrängen, was namentlich beim Vorhandensein eines Grates an der oberen Kante des Stiftes vorkommen kann;

d) wenn die schiefe Ebene der Verkuppelung zwischen Druck- und Schwungradachse sich verstellt hat, sodaß die Entkuppelung nicht rechtzeitig eintritt.

Fehler dieser Art, die sich in der Regel durch heftige Stöße ankündigen, müssen durch den Mechaniker beseitigt werden.

Es kommt auch hin und wieder vor, daß beim Einstellen des Typenrads der Apparat stehen bleibt; dann ist die Reibung der Buchse auf der Typenradachse zu groß und eine gründliche Reinigung und Ölung beider Teile erforderlich.

4. Die Auslösung hebt sich nicht selbsttätig wieder auf.

Diese als Fortlaufen des Apparats bekannte Erscheinung kann entweder durch Dauerstrom, unzureichende Magnetstärke oder mechanische Ursachen veranlaßt sein. Ein mechanisches Fortlaufen tritt ein:

a) wenn die Feder des Auslösehebels nicht genügend gespannt ist;

b) wenn die Anschlagsschraube des Auslösehebels zu viel Spielraum hat, sodaß sie den Anker nicht völlig auf die Polflächen des Elektromagnetes zurückführt;

c) wenn der Anker aus anderen Gründen nicht an den Polshuhen haftet (zu dickes Papier, Anwesenheit eines Fremdkörpers auf der Berührungsfläche);

d) bei abgenutzter Verkuppelung.

Hat der Stahlmagnet an Kraft verloren, so läßt er sich dadurch wieder verstärken, daß man das eiserne Querstück, welches die Lamellen unter sich und mit dem Messingwinkel verbindet, durch ein solches von Messing ersetzt. Für gewöhnlich genügt jedoch das Zurückziehen des Schwächungsankers, um die unbeabsichtigten Auslösungen des Apparats zu verhindern.

Ein elektrischer Apparatfehler, der das Fortlaufen zur Folge hat, besteht z. B. in einer Überleitung zwischen dem Körper des Apparats und der isolierten Feder, nachdem der Korrektdaumen diese verlassen hat. In solchem Falle findet der Induktionsstrom, der beim Niedergehen des Ankers erzeugt wird, einen ge-

schlossenen Stromweg vor und bewirkt eine stets wiederholte Auslösung. Die gleiche Erscheinung wird hervorgerufen durch dauernde Verbindung des Apparatkörpers mit der Batterie.

Fehler im Stromweg.

1. Der Apparat spricht bei Tastendruck nicht an. Entweder fließt durch die Elektromagnetrollen gar kein Strom oder ein solcher von falscher Richtung. Wenn die Stromverbindungen unterbrochen sind oder der Batterie-Kontakthebel die obere Schraube nicht berührt, so kommt überhaupt kein Strom zu stande; es kann aber auch der Fall eintreten, daß der Strom die Elektromagnetumwindungen umgeht. Berührt z. B. der Knopf des Einstellhebels beständig die Ausschlußfeder, oder hat diese in irgend welcher anderen Weise leitende Verbindung mit dem Apparatkörper, so findet der Strom über den Ausschalter unmittelbaren Abfluß in die Leitung. Das Gleiche ist der Fall, wenn die Anschlagschraube des Auslösehebels dauernd das Ankerschutzblech berührt.

2. Der Apparat wird durch den ankommenden Strom nicht ausgelöst. In diesem Falle besteht die Ursache des Fehlers, wenn nicht eine unrichtige Einschaltung des Elektromagnetes vorliegt, in der Regel in einer mangelhaften Erdverbindung. Man hat deshalb alle in der Erdverbindung liegenden Apparateile und Stromwege sorgfältig zu untersuchen.

3. Der Apparat löst fortwährend aus.

Wird der Stromweg im gebenden Teil unterbrochen, so kommt der Anker zur Ruhe, wenn eine dauernde Verbindung mit der eigenen Batterie die Veranlassung des Fehlers war; besteht aber die Erscheinung auch dann noch fort, so ist anzunehmen, daß fremde Ströme (Morse- oder Dauerströme) aus der Leitung kommen und auf den Elektromagnet einwirken.

Das Erscheinen unrichtiger Zeichen im Empfangsapparat ist entweder auf mechanische Fehler oder auf elektrische Einflüsse zurückzuführen. Wird statt des beabsichtigten Zeichens ein daneben liegendes abgedruckt und bleiben die folgenden Zeichen in gleicher Weise versetzt, so sagt man: der Apparat ist übergesprungen. Die Ursache liegt in nicht rechtzeitiger Tätigkeit der Druckvorrichtung, in der Regel in einer mechanischen

Verzögerung der Auslösung oder Verkuppelung, wie sie sich bei abgenutzten Apparaten bisweilen herausstellt. Sie wird meist im empfangenden Apparat zu suchen sein.

Als Folge elektrischer Vorgänge stellt sich das Erscheinen zurückliegender Zeichen dar, wenn der Apparat auf Leitungen mit großer Ladungskapazität arbeitet. Der erste Stromimpuls bedarf in solchem Falle längere Zeit bis zur Auslösung des Empfangsapparats, als die folgenden; das Typenrad hat also den zweiten Umlauf noch nicht vollendet, wenn die Blanktaste den neuen Strom sendet, und es erscheint infolgedessen z statt Blank. Da alle folgenden Zeichen in richtigen Zwischenräumen erscheinen, so bedarf es zur Beseitigung des Fehlers nur einer wiederholten Einstellung des Typenrads.

Falsche Zeichen springen ein bei zu empfindlicher Regelung des Elektromagnetsystems, bei ungleichmäßigem Aufliegen des Ankers, bei ungenügender Beweglichkeit einzelner Kontaktstifte (wiederholter Abdruck); sie können aber auch elektrische Ursachen außerhalb des Amtes haben, z. B. Leitungsberührungen oder Gewitterentladungen.

Das Versagen des Wechselhebels läßt Buchstaben statt Zahlen erscheinen und umgekehrt.

Unregelmäßigkeiten im Abdruck der Typen in der Weise, daß diese mangelhaft auf dem Papier erscheinen, oder daß der Streifen nicht ordnungsmäßig fortbewegt wird, lassen auf unrichtige Einstellung der Druckvorrichtung oder der Papierführung schließen.

Vierzehnter Abschnitt.

Apparate für Schnellbetrieb, für lange Seekabel und Funkentelegraphie.

Der vorliegende Abschnitt enthält einige kurzgefaßte Beschreibungen von Telegraphenapparaten, die teils praktisch wichtig, teils wissenschaftlich interessant sind, die aber z. T. nur bei einzelnen Ämtern des Reichs-Telegraphengebietes benutzt werden. Es genügt bei diesen Apparaten, von der Einrichtung und Wirkungsweise das Wesentliche darzustellen, über Einzelheiten aber hinwegzugehen.

I. Automatische oder Maschinen-Telegraphen.

Allgemeines. Die Hand des Telegraphisten vermag an der Taste nur eine gewisse, nicht allzu hohe Geschwindigkeit des Telegraphierens zu erreichen. Oberirdische Leitungen können weit

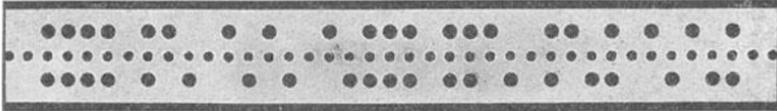


Fig. 134.

Gelochter Streifen.

raschere Zeichenfolgen übermitteln; es ist also möglich, auf einer Leitung das Mehrfache dessen abzutelegraphieren, was ein Telegraphist mit der Hand leisten kann. Soll eine Leitung derartig

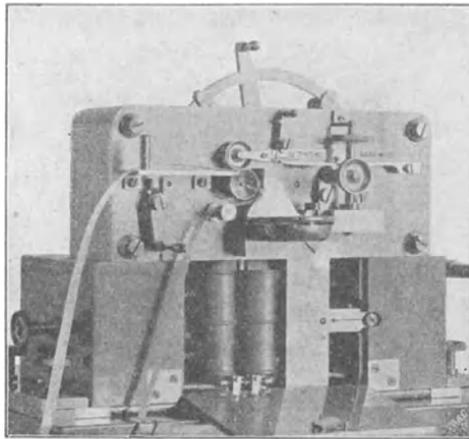


Fig. 135.

Wheatstone-Empfänger.

ausgenutzt werden, so kann man ihr die Telegramme in Form geeignet durchlöcherter Streifen, vgl. Fig. 134, zuführen. Die mittlere Löcherreihe dient zur Führung des Streifens, die äußeren bedeuten Stromschließungen. Diesen Streifen läßt man mit großer Geschwindigkeit durch den Geber laufen, welcher dann im stande ist, die Handarbeit mehrerer Telegraphisten, von denen jeder

einen Teil der eingehenden Telegramme in die Form von LÖcherstreifen zu bringen hat, über die Leitung zu befördern.

Außer der erzielbaren großen Geschwindigkeit bietet dieses Verfahren noch den Vorteil großer Genauigkeit in der Zeichengung, ein Vorteil, der bei dem Betrieb der langen Unterseekabel ausgenutzt wird.

Der Wheatstonesche Schnellschreiber besteht aus einem polarisierten Farbschreiber von großer Empfindlichkeit (nach Art des Morseapparates, mit Gewichtsanzug) (Fig. 135), dessen Lauf-

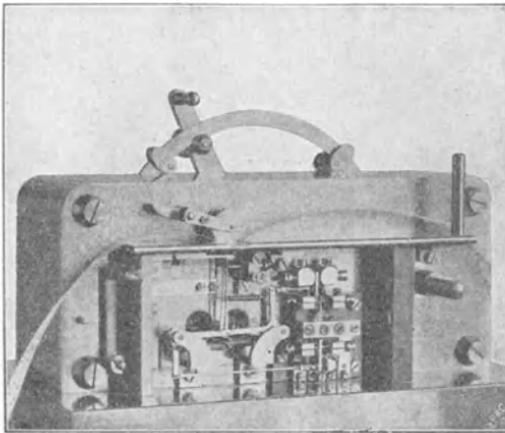


Fig. 136.

Wheatstone-Sender.

geschwindigkeit sich innerhalb weiter Grenzen verändern läßt, einem selbsttätigen Geber, der mit Hilfe des durchlöchernten Papierstreifens Wechselströme entsendet (Fig. 136), und einem Lochapparat zur Vorbereitung dieses Papierstreifens.

Der Lochapparat ist eine Stanzvorrichtung mit drei Stempeln, von denen der eine die Punkte, der andere die Striche und der dritte die Zwischenräume erzeugt. Jedes Elementarzeichen besteht aus einem positiven und einem negativen Stromstoß, deren zeitlicher Abstand die Länge des Zeichens bestimmt. Die Lochgruppe für einen Punkt hat die Form $\begin{matrix} \circ \\ \circ \end{matrix}$, es wird zuerst mittels des oberen Loches der positive Strom gesandt und rasch darauf

werden müssen. Fig. 52 auf Seite 56 zeigt den Stromverlauf am Ende eines längeren Landkabels. Je länger das Kabel ist, desto flacher werden die Stromwellen, um bei gleichbleibender Telegraphiergeschwindigkeit, bei Kabeln von erheblicher Länge völlig ineinander zu fließen, sodaß sie unleserlich werden. Der am fernen Ende ankommende Strom würde alsdann nur unmerklich geringe

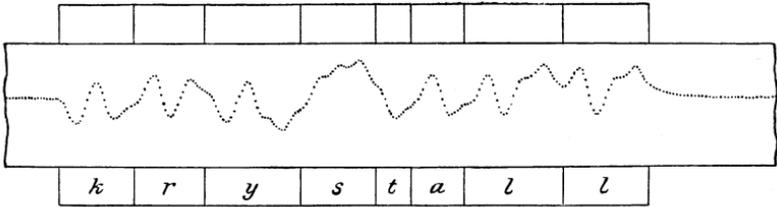


Fig. 138.

Schrift des Heberschreibers.

Schwankungen um einen mittleren, annähernd gleichbleibenden Wert ausführen. Verwendet man zum Geben nicht Ströme der gleichen, sondern abwechselnder Polarität (z. B. + für die Punkte, — für die Striche), so erzielt man den Vorteil, daß die Stromstärke um den Wert Null schwankt; vgl. in Fig. 138 den Strom-

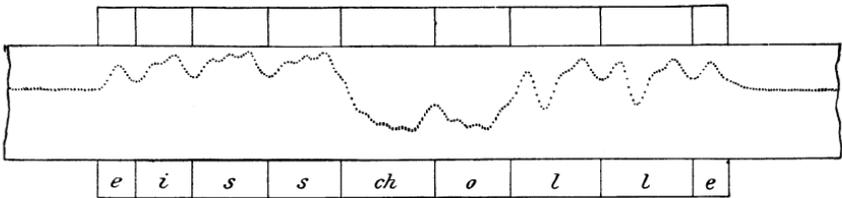


Fig. 139.

Schrift des Heberschreibers.

verlauf, wenn das Wort Krystall gegeben wird. Sie entfernt sich bei Abgabe mehrerer aufeinander folgender Punkte immer mehr nach der positiven, bei Strichen nach der negativen Seite, wie der Streifen in Fig. 139 mit dem Wort „Eisscholle“ zeigt. Wollte man nach jedem Elementarzeichen warten, bis der Strom wieder unter einen bestimmten Wert gefallen ist, wie bei Fig. 51 (Seite 56) erläutert, so würde man nur sehr langsam telegraphieren können. Man wählt daher die Empfangsapparate nicht so, daß sie auf be-

stimmte Werte der Stromstärke ansprechen, sondern benutzt das Zu- und Abnehmen und den Richtungswechsel des Stromes, ohne auf seine Stärke zu achten.

Als Geber zur Erzeugung der Wechselströme dient entweder der Wheatstonesche Sender oder

Die Doppeltaste. (Fig. 140.) Sie besteht aus zwei durch Querschienen verbundenen Tasten. Im Zustande der Ruhe liegen beide Tasten an der Ruheschiene S_1 , so daß die beiden Leitungszweige kurz mit einander verbunden sind. Drückt man nun eine Taste, z. B. T_1 , nieder, so geht der Stromkreis von L_1 über T_1 auf S_2 , zum positiven Pol der Batterie, durch letztere zu S_1 und von da zu L_2 . Der Strom hat die Richtung von L_2 nach L_1 . Beim Druck auf T_2 wird die Richtung umgekehrt.

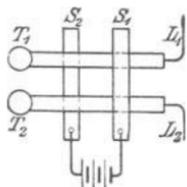


Fig. 140.
Doppeltaste.

Als Empfangsapparate dienen je nach den besonderen Verhältnissen: das Sprechgalvanometer, der Undulator oder der Heberschreiber.

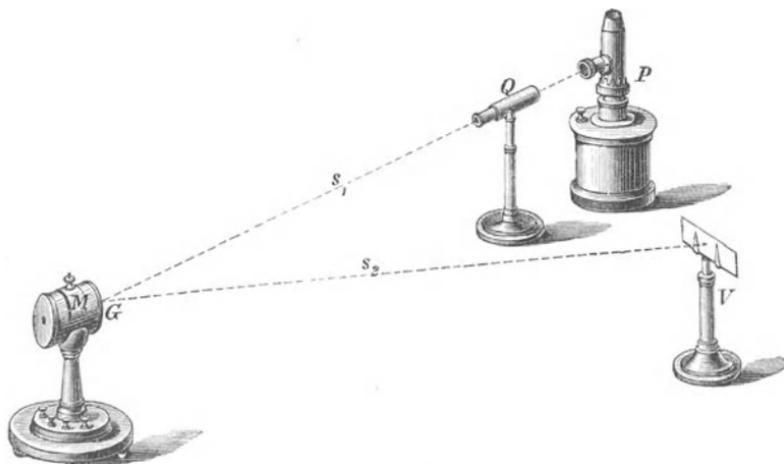


Fig. 141.
Aufstellung des Sprechgalvanometers.

Das Sprechgalvanometer oder Spiegelgalvanometer (G in Fig. 141) ist ein überaus empfindlicher Nadelapparat mit Spiegelablesung. Innerhalb einer zylindrischen Drahtrolle hängt ein kleiner Hohlspiegel von 8—12 mm Durchmesser, auf dessen Rückseite die

leichte Magnetnadel aufge kittet ist. Auf das Spiegelchen bei G (Fig. 141) fällt das Licht einer Lampe P, welches durch eine Sammellinse Q konzentriert wird; der Spiegel wirft den Lichtschein auf einen Schirm V. Ablenkungen der Nadel müssen sich also durch Hin- und Herwandern des Lichtscheins bemerkbar machen. In die hohle Achse der Spule von G paßt das in Fig. 142 dargestellte Messingrohr A, dessen rechtes Ende Gewinde trägt und durch eine Glasplatte abgeschlossen ist. Das Rohrstück C trägt in seinem Inneren an einem feinen Seidenfädchen den kleinen Spiegel mit dem Magnet m. Die Fassung B ist auf der dem Spiegel zugewandten Seite gleichfalls mit einer Glasplatte abgeschlossen. Nach dem Zusammenschrauben befindet sich der Spiegel in einer engen Kammer, und seine Schwingungen erfahren hierdurch genügende Dämpfung. Eine noch stärkere Dämpfung

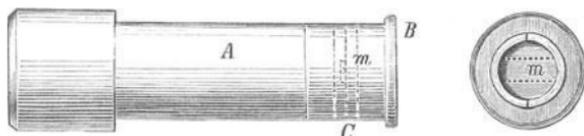


Fig. 142.

Einsatzrohr des Spiegelgalvanometers.

erzielt man durch Glycerin, das man in die Spiegelröhre einfüllt. In Fig. 141 sieht man oberhalb G den Richtmagnet M, in dessen Feld der kleine Galvanometermagnet schwingt. Statt des gebogenen Richtmagnetes werden auch zwei horizontal verschiebbare Magnetstäbchen, deren Pole bis nahe an die Spiegelröhre treten, verwendet. Als Geber dient eine Doppeltaste (Fig. 140). Die Ausschläge der Nadel nach links und rechts entsprechen den Punkten und Strichen des Morsealphabets.

Der Heberschreiber (Siphon recorder) (Fig. 143) von Sir William Thomson (jetzt Lord Kelvin) erzeugt die telegraphischen Schriftzeichen in Form einer Zickzacklinie auf einem bewegten Papierstreifen (Fig. 138, 139). An Stelle der Nadel schwingt in einem starken, durch zwei Elektromagnete (Fig. 143) gebildeten Magnetfeld eine leichte Drahtspule S (Fig. 144). Im Innern der letzteren befindet sich ein Eisenkern, der zur Verminderung des magnetischen Widerstandes dient und an der Platte P befestigt ist. Tritt der Strom über die Klemmen K_1 K_2 und die als Drahtlocken ersichtlichen Zuführungsleitungen in die Spule, zu deren Rechten und Linken

die Pole des Magnetes stehen, so wird die Spule gedreht, und zwar je nach der Stromrichtung links oder rechts; vgl. S 34 oben. Die Spule ist an zwei dünnen Fäden aufgehängt, die nach unten

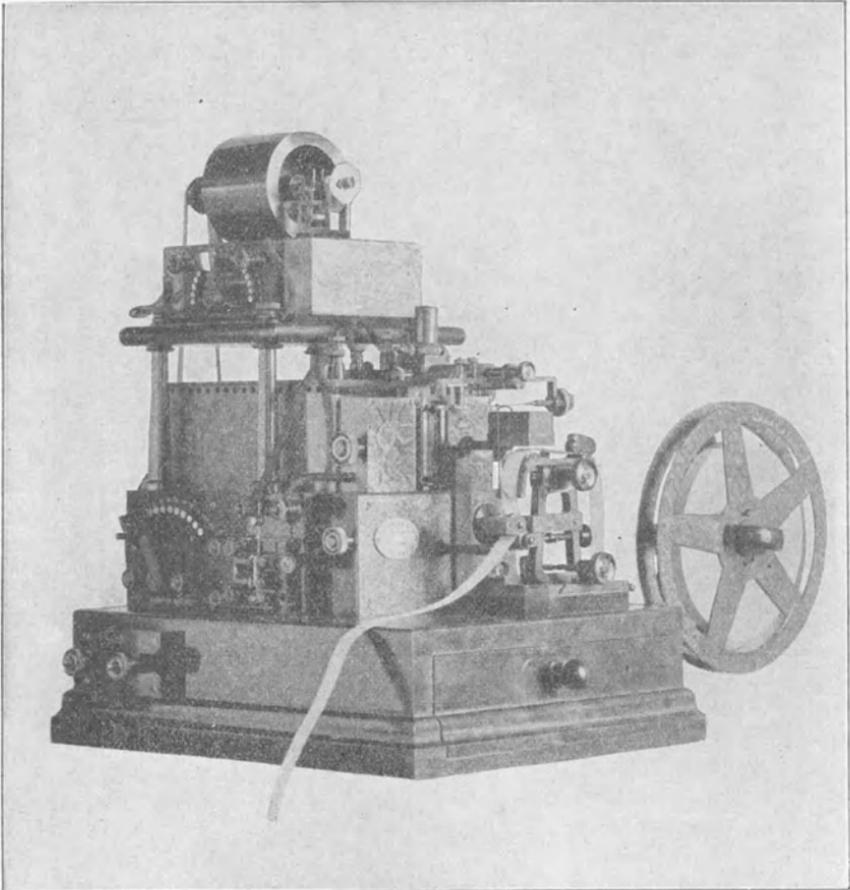


Fig. 143.
Heberschreiber.

gespannt werden durch den an der Spule befestigten und über das Röllchen r auf der Rückseite der Platte P wieder nach oben führenden Faden. An den beiden Fäden f_3 und f_4 ist das kleine Plättchen p befestigt; auf letzterem wird der Glasheber H , ein

feines Röhrrchen, angeklebt, das Plättchen p mit der Spule S durch die Fäden f_1 und f_2 verbunden. Die Bewegungen der Spule werden demnach auf den Heber H übertragen. Das kurze Ende des letzteren taucht in ein Gefäß mit Farbe ein, die durch das Röhrrchen ausfließt. Das längere Ende von H hängt dicht vor einem Papierstreifen (Fig. 143), der vorangezogen wird. Die hin- und hergehenden Bewegungen des Hebers zeichnen sich demnach als Zickzacklinie auf das Papier. Um die Reibung des Röhrrchens am Papier zu beseitigen, dient der Schwingmagnet, Vibrator, V . Er empfängt einen rasch unterbrochenen Batteriestrom, der seinen Anker in auf- und abgehende Bewegung versetzt; diese wird durch den Faden f_3 dem Heber mitgeteilt. Der Heber führt also rasche Schwingungen gegen das Papier aus; er betupft es nur, wie auch die Schriftproben in Fig. 138, 139 zeigen.

Der Undulator von Lauritzen (Fig. 145) ist ein polarisierter Farbschreiber für Zickzackschrift. Er enthält zwei aufrecht stehende Magnetrollen (vgl. Fig. 146), deren Abstand durch eine

Schraubvorrichtung geregelt werden kann und zwischen deren Polschuhen ein aus zwei dünnen Magnetstäben mit den ungleichnamigen Polen zusammengesetzter, durch Spiralfedern in einer mittleren Lage erhaltener Anker um eine senkrechte Achse spielt. In Fig. 145, oben, ist der eine Elektromagnet weggenommen, damit der Anker zu sehen ist. Die Bewickelung der Elektromagnetrollen ist so gewählt, daß die gegenüberliegenden Polschuhe ungleichnamig magnetisiert werden. Mit der Achse des Ankers ist ein heberförmig gebogenes feines Glasröhrrchen H fest verbunden, dessen kürzeres Ende in einen Tintenbehälter taucht, während das längere (in der

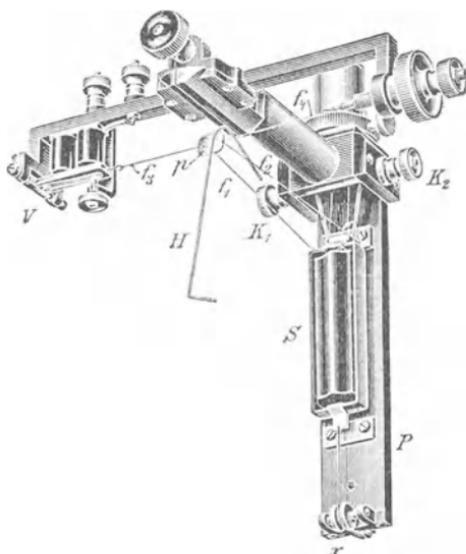


Fig. 144.

Spule und Schreibröhrrchen des Heberschreibers.

Fig. 146 abgebrochen) auf dem bewegten Papierstreifen hin und her geht, wobei der aus der Röhre hervortretende Tintentropfen mit dem Papier in Berührung kommt und auf ihm eine Wellenlinie beschreibt. Als Geber wird der automatische Sender von Wheat-

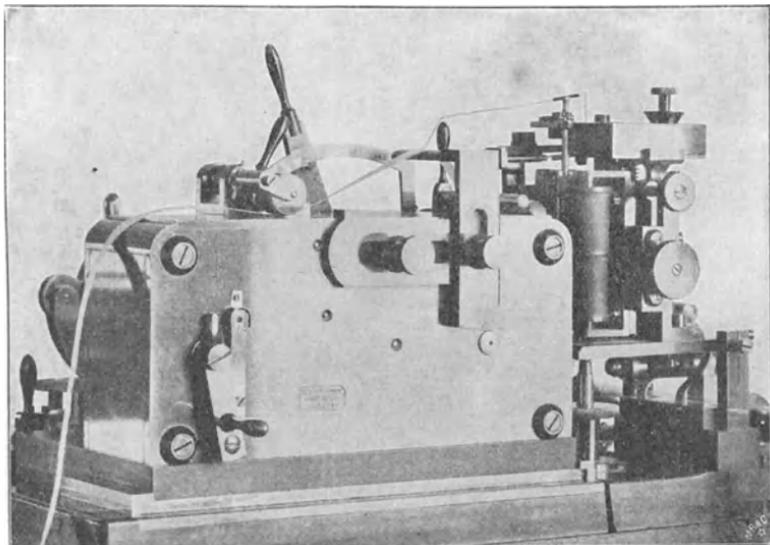


Fig. 145.
Undulator.

stone oder eine Handtaste mit Vorrichtung zur Entsendung von Gegenströmen benutzt. (Fig. 147 zeigt eine Schriftprobe, und zwar den größeren Teil des mit dem Streifen in Fig. 134 über ein langes Kabel gegebenen Wortes Hamburg.)

III. Der Baudotsche Mehrfach-Drucktelegraph.

Während die Buchstaben des Morsealphabets sehr verschiedene Länge besitzen, hat Baudot den Buchstaben seines Alphabets stets die gleiche Länge gegeben. Er benutzt hierzu 5 Tasten, von denen beliebig viele in beliebiger Aufeinanderfolge gedrückt werden; z. B. Taste 1, 3, 5 = t. Dies gibt 31 Zeichen, deren jedes, wie beim Hughes, in zwei verschiedenen Bedeutungen benutzt wird. Die ankommenden Ströme dienen dazu, Relais einzustellen. Alsdann drückt der

Apparat ohne weiteres Zutun des Linienstromes das eingestellte Zeichen ab. Während letzteres geschieht, müßte die Leitung brach liegen; man kann diese Zeit aber benutzen, um die Leitung einem zweiten Apparatpaar zuzuweisen, welches nun ebenfalls eine Folge von Stromstößen über die Leitung befördert und aufnimmt, und dies läßt sich so weit steigern, daß man bis zu 6 Apparatsätze mit derselben Leitung betreibt. Um die Leitung den einzelnen Apparatsätzen zuzuweisen, werden letztere mit sog. Verteilerscheiben verbunden, über welche ein oder mehrere Arme mit Schleifbürsten umlaufen, und an denen auch die Leitung liegt; vgl. im siebzehnten Abschnitt, Seite 292. Der Baudotsche Apparat arbeitet als zwei- bis sechsfacher Telegraph.

Der Baudotsche Telegraph benutzt Verteilerscheiben, vgl. Fig. 148, deren äußerster Ring in 21 gleiche voneinander isolierte Abschnitte geteilt ist. Beim gebenden Amte A sind in dem folgenden Ring nur drei kleinere Abschnitte von dem übrigen isoliert; die beiden inneren Ringe sind ungeteilt. An 7 von den 21 Abschnitten des ersten Ringes ist ein Gebeapparat angeschlossen. Man hat sich die Figur so zu ergänzen, daß an den übrigen 2×7 Abschnitten noch 2 Geber liegen; es werden bis zu 6 Geber an einem Verteiler angeschlossen, der alsdann bis zu 42 Abschnitte im ersten Ring zählt. Über die Ringe streicht ein Arm mit Schleifbürsten; einen ebensolchen sehen wir in B. Die beiden Arme müssen genau gleich laufen. Durch die an den Armen angebrachten Schleifbürsten mit den angegebenen Verbindungen werden die

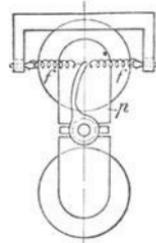
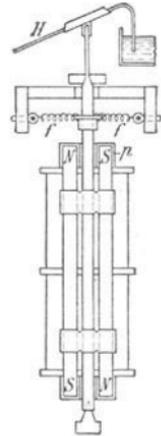


Fig. 146.
Magnetsystem des
Undulators.

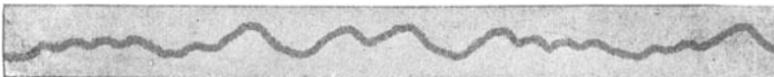


Fig. 147.
Schrift des Undulators.

Abschnitte des äußeren Ringes der Reihe nach mit der Leitung L, die am dritten Ringe liegt, verbunden. Damit der Beamte, der

die 5 Tasten zu bedienen hat, weiß, wann die Reihe an ihm ist, einen Buchstaben abzutelegraphieren, gibt ihm der Magnet F, in der Regel ein Fernhörer, ein Zeichen. Dieses wird hervorgebracht, wenn die zweite Bürste über das isolierte Stückchen c im zweiten Ring hinweggeht. Die Tasten liegen, wie bei der Doppeltaste (Fig. 140), im Ruhezustande an der oberen Querschiene; wenn keine Taste gedrückt wird, so erhält die Linie L, während die Bürsten über die Kontakte a, b, 1 bis 5 streichen, folgende Ströme: + — — — — —. Der Linienstrom von A geht durch das polarisierte Linienrelais P, dessen Zunge von den negativen Stromstößen nach rechts, von positiven nach links gelegt wird; der Stoß aus a ist stets positiv, verbindet also die Ortsbatterie von B über den

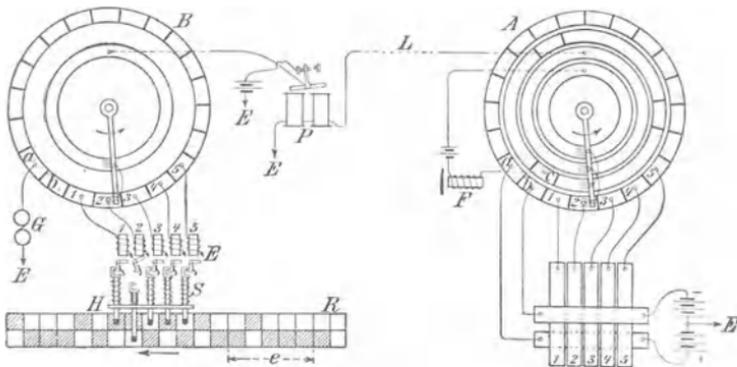


Fig. 148.

Stromlauf des Baudotschen Telegraphen.

linken Kontakt von P mit dem inneren Ring des Verteilers von B. Da hier in diesem Augenblick die Bürsten den inneren Ring mit dem Kontakt a verbinden, so empfängt der Magnet G einen Stromstoß. Dieser dient zur Erhaltung des Gleichlaufs, indem der Magnet G auf eine hier nicht näher anzugebende Weise vor jedem Zeichen — ähnlich wie beim Hughes das Korrektionsrad — kleine Abweichungen vom Gleichlauf beseitigt. Hiernach wird beim Überstreichen des Kontaktes b die Relaiszunge wieder nach rechts gelegt. Es möge nun die Taste 2 gedrückt werden (Buchstabe e). Dann ist die Folge der Ströme in der Linie — + — — — ; die Zunge von P wird nach links gelegt in dem Augenblick, wo die Bürste in B auf dem zweiten Kontakt steht, und der Magnet 2

erhält einen Stromstoß. (Dieser Augenblick wird in der Figur dargestellt.) Die übrigen 4 Magnete dagegen bleiben ohne Strom. Wären außer der zweiten auch noch andere Tasten gedrückt worden, so würden in derselben Weise die Magnete mit den gleichen Nummern je einen Stromstoß erhalten haben. Den 5 Magneten gegenüber sieht man 5 „Sucher“ S, die an ihren Enden Stifte („Sucherfüße“) tragen; in der Figur sind diese nach abwärts gerichteten Stifte als schwarze Kreise zu erkennen. Die 5 Sucher werden von den Magneten eingestllt; da die Einstellungsrichtung etwas verwickelt ist, wurde in der Figur eine von der Wirklichkeit abweichende, einfachere Darstellung gewählt.

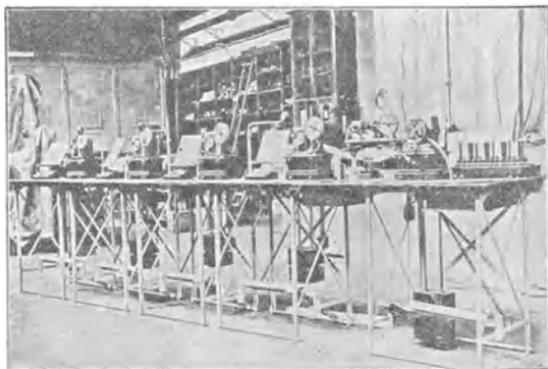


Fig. 149.

Vierfacher Baudot-Telegraph.

Die Sucher sitzen zusammen an einem Halter, durch dessen Bohrungen sie hindurchtreten. Spiralfedern ziehen sie gegen den Halter; sie werden aber in Häkchen eingeklinkt, die an den Ankern der 5 Magnete sitzen. Diese Stellung sieht man bei 4 von den 5 Suchern; der zweite ist infolge des Stromstoßes, den der zweite Magnet erhalten hat, ausgeklinkt und hat sich voranbewegt. Man sieht nun, daß nach Vorübergang der Bürsten die 5 Sucher so stehen, wie der Druck der Tasten in A es bestimmt. Für jede gedrückte Taste ist der Sucher herausgetreten, für jede nicht gedrückte ist er stehen geblieben.

Unter den Suchern dreht sich ein Rad R, dessen äußerer Rand in der Figur abgewickelt erscheint. Es dreht sich mit derselben

Geschwindigkeit, wie die Arme über den Verteilern. Es trägt auf dem Rande Erhöhungen und Vertiefungen, die ersteren sind in der Zeichnung schraffiert. Die Sucherfüße gleiten auf dem Rande des Rades und suchen in den Rand einzudringen; da sie aber durch den Halter H vereinigt werden, so können sie nur dann eindringen, wenn sie alle über Vertiefungen stehen. Für die angegebene Stellung der Sucher ist dies nur bei der einen, mit dem Buchstaben e bezeichneten Lage des Rades möglich. Hat sich das Rad so weit gedreht, so senkt sich der Halter. Mit dem Rad R dreht sich das (nicht gezeichnete) Typenrad; in dem Augenblick, wo die das e bildenden Vertiefungen unter den Suchern stehen, befindet sich der Buchstabe e des Typenrades über der Druckstelle und wird bei der Bewegung des Halters H abgedruckt. Ehe das Rad R seinen Umlauf vollendet, drückt es durch einen geeignet gestalteten Ansatz die Sucher wieder in die Anfangsstellung.

Der Strom stellt also die Sucher ein, und der Apparat druckt ohne Mitwirkung des Linienstromes nach dieser Einstellung den Buchstaben. Während der Druck vor sich geht, wird die Leitung der Reihe nach an die anderen Apparatsysteme geschaltet.

Gibt man dem Amt B denselben Verteiler wie A, so kann man auch Gebeapparate in B, Empfänger in A aufstellen.

Die Verteilerarme laufen in der Sekunde dreimal um; es können demnach auf jedem Geber in der Sekunde 3 Buchstaben gegeben werden. Bei einem vierfachen System ergibt dies eine berechnete Leistung von 100 Worten in der Minute.

Fig. 149 zeigt eine vierfache Baudot-Einrichtung. Rechts der Verteiler und Relais, daneben vier Tische mit je einem Geber und einem Empfänger.

Der Baudotsche Mehrfachtelegraph steht in Frankreich, dem Vaterland des Erfinders, auf den bedeutenden Telegraphenlinien in ausgedehntem Gebrauche. In Deutschland wird er nur auf einigen Linien im Verkehr mit Frankreich benutzt.

IV. Telegraphie ohne fortlaufende Drahtleitung.

Die Bestrebungen, die kostspielige Telegraphenleitung entbehrlich zu machen, sind schon alt. Es ist bekannt, daß Steinhilf 1837 bei dem Bestreben, als Leitung die Eisenbahnschienen zu benutzen, die Erdleitung entdeckte. Morse versuchte ohne

Leitung zu telegraphieren. Auch andere stellten sich diese Aufgaben. Allein jene Bemühungen hatten wenig Erfolg; nur in einzelnen Fällen, z. B. wo es galt, für eine zerrissene Leitung rasch Ersatz zu schaffen, besonders bei Flußübergängen, wandte man Verfahren an, die als Telegraphie ohne fortlaufende Leitung anzusehen sind. Später hat sich besonders der Engländer Preece um die Entwicklung dieser „drahtlosen“ Telegraphie verdient gemacht. Die neueren Versuche gehen nach zwei verschiedenen Richtungen.

Telegraphie durch Stromausbreitung. (Fig. 150.) Der Strom der Batterie B wird durch die beiden Erdleitungen in die Erde gesandt und breitet sich hier an der Oberfläche in den punktiert angegebenen Stromlinien aus (ähnlich den magnetischen Kraftlinien der Fig. 3). Längs der Stromlinien sinkt das Potential; zwischen zwei Punkten e_1, e_2 besteht daher eine Spannung, und wenn man dort Erdleitungen eingräbt und sie durch einen Fernhörer verbindet, kann man die Bewegungen der Taste T als Knacken hören. Verwendet man statt der Batterie eine Wechselstrommaschine, so hört man in F einen Ton. Zwischen Gebe- und Empfangsleitung kann z. B. ein Fluß oder ein Meeresarm liegen. Auf 10—30 km Entfernung sind gute Erfolge erzielt worden.

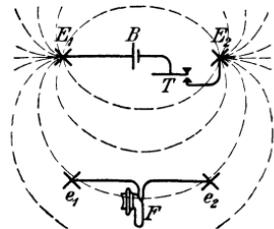


Fig. 150.
Telegraphie
durch Stromausbreitung.

Induktionstelegraphie. Die Erscheinung, die den Fernsprechbetrieb so häufig stört, kann man zur Telegraphie nützlich verwenden. Wenn zwei Leitungen auf eine längere Strecke parallel gezogen sind, so kann man auch bei größerem seitlichen Abstand die Stromvorgänge in der einen als Induktionsgeräusche in der anderen wahrnehmen.

Die Funkentelegraphie, die sich an den Namen Marconis knüpft, beruht auf der Ausbreitung der von Hertz nachgewiesenen elektrischen Schwingungen. Um das Wesen der letzteren anschaulich zu machen, möge ein Vergleich aus der Mechanik dienen.

Wir hängen eine schwere Kugel an einer Drahtspirale auf, Fig. 151, und geben ihr einen Stoß nach unten. Die Kugel senkt sich, wobei die Feder sich stärker spannt, bis zu einem tiefsten Punkt, dann hebt sie sich wieder und schwingt hin und her, so lange, bis ihre lebendige Kraft sich in der Reibung an der Luft

verzehrt hat. Lassen wir die Kugel in Wasser, in Öl, in einem steifen Brei schwingen, so hört infolge der großen Reibung die Bewegung sehr rasch auf. Bei großem Reibungswiderstande kommt keine Schwingung zu stande. An der Schwingung beobachten wir eine gewisse Dauer, welche von dem Gewichte der Kugel und der Stärke der Feder abhängt.

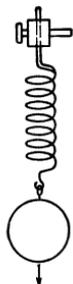


Fig. 151.

Nun nehmen wir einen Kondensator und schalten ihn nach Fig. 45 Seite 52. Beim Druck auf die Taste laden wir ihn und haben nun eine gewisse Menge Elektrizität im Kondensator, die wir der aufgehängten Kugel vergleichen. Beim Loslassen der Taste öffnet sich ein Weg über w zur Erde und die Elektrizität setzt sich in Bewegung. Sind W und w erhebliche Widerstände, so bewegt sich die Elektrizität wie die Kugel im Brei, es gibt eine einfache Entladung, Fig. 46, rechter Teil. Ist aber der Widerstand sehr gering, so wird die Elektrizität nicht so rasch verzehrt und führt nun Schwingungen aus, etwa wie der in Fig. 56 dargestellte Wechselstrom.

Hierbei spielt die Selbstinduktion des Stromkreises die bei Fig. 54 auf Seite 57 erläuterte Rolle. Selbstinduktion und Kapazität bestimmen die Schwingungsdauer der elektrischen Schwingungen.

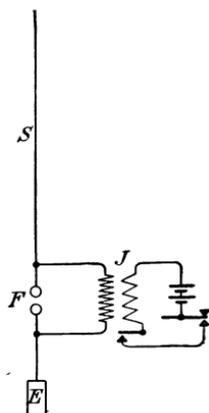


Fig. 152.

Marconis
erste Gebeschaltung.

Ein gerade in die Luft geführter Leiter S (Fig. 152) aus dickem Draht, der also einerseits geringen Widerstand, andererseits Kapazität und Selbstinduktion besitzt, bietet demnach die Vorbedingung für elektrische Schwingungen oder Wellen. Er wird mit dem Funkeninduktor J verbunden; dieser ist wie der Apparat in Fig. 44 gebaut, nur daß der Eisenkern einen Anker bekommt, der wie beim Wecker mit Selbstunterbrechung in den Stromkreis geschaltet ist. Hierdurch werden im primären Stromkreis rasche Schließungen und Unterbrechungen hervorgebracht. Die sekundäre Wicklung mit sehr hoher Windungszahl erzeugt hohe Spannung, welche in Luft Funken von 20 cm erzeugt, bei größeren Apparaten sogar bis zu 1 m. Solche Funken entstehen in der Sekunde oft einige Hundert; sie gehen an der Funkenstrecke F über.

Es möge nun ein Funke sich ausbilden. Indem die Spannung in die Höhe steigt, lädt sie den Draht S, bis endlich die Funkenstrecke durchschlagen wird. Nun bietet die heiße Luft der Funkenstrecke der auf dem Draht angesammelten Elektrizität einen Weg von geringem Widerstand zur Erde, und es bilden sich Schwingungen aus. Die Schwingungszahl ergibt sich z. B. für einen 25 m langen Draht zu 3 Millionen Schwingungen in der Sekunde. Dauert die Zeit bis zum nächsten Funken etwa 0,003 Sekunde, so sieht man leicht, daß bis dahin etwa 9000 Drahtschwingungen ablaufen könnten. Die Elektrizität führt dabei auf dem Draht S stehende Schwingungen aus, vgl. Fig. 61. Am oberen Ende von S bildet sich ein Knoten, an der Funkenstrecke ein Bauch des elektrischen Stromes aus.

Die auf dem Drahte vor sich gehende Bewegung breitet sich im umgebenden Mittel aus. Es ist indes nicht die Luft, welche schwingt, sondern dasselbe Mittel, dessen Bewegungen das Licht bilden, der Lichtäther. In derselben Weise, wie das Licht, mit derselben Geschwindigkeit, in derselben Form, gleichfalls geradlinig nach allen Seiten, breitet sich die elektrische Wellenbewegung aus; der einzige physikalische Unterschied besteht in der größeren Wellenlänge, die hier viele millionenmal mal größer ist.

Ein ferner Leiter, den diese elektrische Strahlung trifft, nimmt einen Teil davon auf; es bilden sich dann auf ihm gleichfalls elektrische Schwingungen aus, und am kräftigsten, wenn er ebenso lang wie der Sendedraht ist; dann stimmt er nämlich mit diesem in Kapazität und Selbstinduktion überein, und seine Eigenschwingung ist dieselbe wie die ankommende; er ist in Resonanz (Seite 64), er ist abgestimmt.

Um die ankommenden Schwingungen wahrzunehmen, bedient man sich einer von Branly entdeckten Erscheinung. In dem Glasröhrchen G (Fig. 153) zwischen den Metallklötzchen K befinden sich kleine Metallspäne. Der Strom der Batterie B findet dort einen sehr hohen Widerstand. Trifft aber den Empfangsdraht D ein Zug elektrischer Wellen, der durch das Röhrchen zur Erde abfließt, so wird

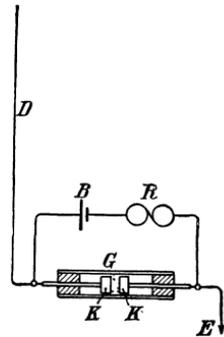


Fig. 153.
Fritter und Empfangs-
schaltung.

das Metallpulver gut leitend. Nun kann die Batterie das Relais R zum Ansprechen bringen. Um das Zeichen zu beenden, muß gegen das Röhrenchen G ein leichter Schlag geführt werden; dies geschieht dadurch, daß von dem Relais der Stromkreis eines Weckers (ohne Glocke) geschlossen wird, dessen Klöppel gegen das Röhrenchen schlägt. Infolge dieser Erschütterung nimmt das Metallpulver seinen ursprünglichen hohen Widerstand wieder an, und der Strom hört auf. Es entstehen demnach nur einzelne Punkte; denn so

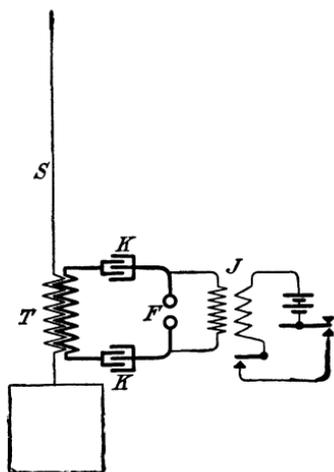


Fig. 154.

Gebeschaltung mit geschlossenem Schwingungskreis.

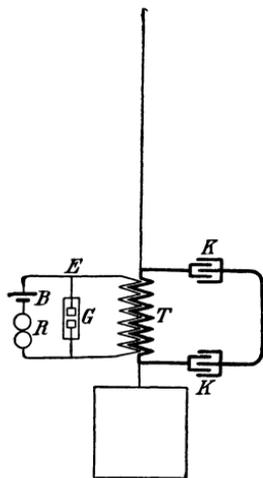


Fig. 155.

Empfängerschaltung mit geschlossenem Schwingungskreis.

oft das Relais anspricht, wird sofort auch durch das Klopfen der Strom wieder abgebrochen. Der Morsestrich müßte demnach in mehrere Punkte aufgelöst erscheinen; durch geeignete Einstellung der Apparate kann man die Punkte aber zusammenfließen lassen. — Die kleine Röhre mit Metallspänen wird Fritter oder Kohärer genannt.

Die dargestellte Schaltung ist die von Marconi zuerst angewandte. Sie hat beim Geber den Nachteil, daß jeder Funke nur die kleine Kapazität des Drahtes S zu laden hat, wozu eine Elektrizitätsmenge genügt, die sehr rasch aufgebraucht ist; daher sind die Schwingungen rasch zu Ende, als wenn man in Fig. 151 nur eine kleine Kugel aufgehängt hätte.

Braun hat der Schaltung den sogen. Schwingungskreis hinzugefügt. Von der sekundären Spule des Induktionsapparates J (Fig. 154) werden erst die beiden Kondensatoren K geladen, die bedeutend größere Kapazität haben als S. Springt dann der Funke bei F über, so schwingt die Elektrizität in dem stärker gezeichneten Stromkreis, dessen Kapazität und Selbstinduktion so gewählt sind, daß sie dieselbe Eigenschwingung haben wie der Sendedraht S. T ist ein Induktionsübertrager, Transformator, aus wenigen Drahtwindungen ohne Eisenkern bestehend, der im Sendedraht Schwingungen der gleichen Art wie im Schwingungskreis induziert. Die größere Elektrizitätsmenge in letzterem (schwerere Kugel in Fig. 151) unterhält die Schwingungen während einer längeren Zeit. Das untere Ende des Sendedrahtes wird nicht stets mit der Erde verbunden, sondern häufig mit einer großen Metallfläche, welche die Schwingungen am unteren Ende von S aufnimmt.

Der Braunsche Schwingungskreis wird auch beim Empfänger verwandt (Fig. 155).

Die heute **gebrauchten** Systeme der Funkentelegraphie benutzen sämtlich den Schwingungskreis und die Abstimmung auf gleiche Schwingungszahl. Sie unterscheiden sich nur in minder wesentlichen Einzelheiten der Schaltung.

Fünfzehnter Abschnitt.

Nebenapparate.

In diesem Abschnitt werden neben den im Telegraphenbetrieb gebrauchten auch die gleichartigen Nebenapparate für den Fernsprechbetrieb beschrieben.

I. Die Wecker.

Zum Anruf einer Telegraphenanstalt nach Dienstscluß oder während der Nacht dient ein Wecker, der laut tönende Signale gibt. Ebenso werden in Telegraphenleitungen für den Fernsprechbetrieb allgemein Wecker auf den Telegraphenbetriebsstellen eingeschaltet.

Ein Wecker besteht im wesentlichen aus einem Elektromagnete mit Anker; der letztere setzt sich fort in einen längeren, in einer Kugel endigenden Hebel. Zieht der Elektromagnet wiederholt den Anker an, so schlägt der Klöppel an eine dicht dabei

befindliche Glocke, welche laut ertönt. Es gibt zwei Hauptarten von Weckern und zwar:

1. Gewöhnliche (neutrale) Wecker mit Selbstunterbrechung des Stromes oder mit Selbstausschluß der Elektromagnetrollen, mit Batterien zu betreiben.
2. Polarisierter Wecker (Wechselstromwecker), mit dem Induktor oder Polwechsler zu betreiben.

Der gewöhnliche Wecker. Eine Holzplatte P trägt einen

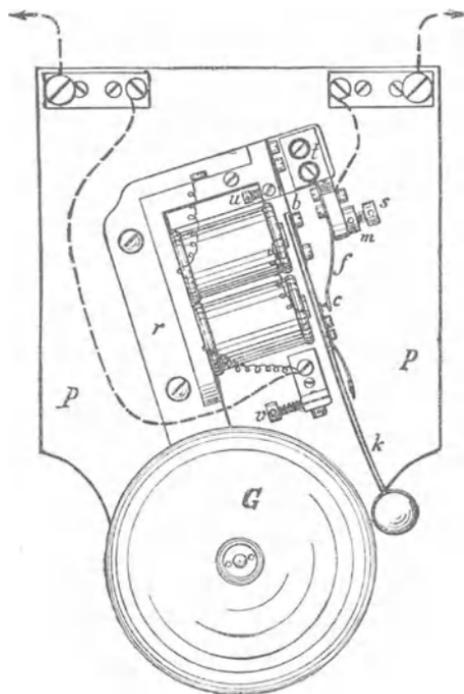


Fig. 156.

Gewöhnlicher Wecker mit Schaltung auf Selbstunterbrechung.

Eisenwinkel r, die Glocke G und einen Elektromagnet (Fig. 156). Auf dem kürzeren Schenkel des Eisenwinkels r ist eine Messingplatte t, welche durch eine Unterlage von Ebonit von dem Eisenwinkel isoliert ist, aufgesetzt. An einem Fortsatz dieser Platte t ist die mit einem Kontakt c versehene Feder f angeschraubt, die mittels der Stellschraube s reguliert werden kann. Die Feder f legt sich mit ihrem Kontakt c gegen einen Kontakt des Klöppelhebels k, welcher mit einer kurzen Blattfeder b an dem einen Schenkel des Eisenwinkels r befestigt ist. Die Blattfeder b ermöglicht ein schnelles Schwingen des angesetzten Klöppels k. Ihre Lage kann durch die kleine Schraube u etwas verändert

und dadurch der Klöppel gegen die Feder f mehr oder weniger stark angepreßt werden.

Die Umwindungen der Elektromagnetrollen sind aus 0,18 mm starkem, mit Seide umsponnenem Kupferdrahte hergestellt. Jede Rolle hat etwa 2300 Umwindungen und 80 Ohm Widerstand.

Schaltung auf Selbstunterbrechung. Die Leitung ist mit dem isolierten Stück *t* verbunden, während der Eisenwinkel und der daran befestigte Klöppel mit dem einen Ende der Umwindungen des Elektromagnetes in Verbindung stehen, das andere Ende der Umwindungen aber an Erde liegt.

Ein Weckstrom, welcher durch die Leitung ankommt, fließt über das isolierte Stück *t*, die Feder *f*, den Kontakt *c* durch den Anker über die Blattfeder *b*, den Eisenwinkel *r* zum Elektromagnete, durch die Umwindungen und zur Erde. Sobald der Elektromagnet den Anker anzieht, wird der Kontakt bei *c* und damit der Stromweg unterbrochen, der Anker geht vermöge der durch die Feder *b* ausgeübten Wirkung zurück und legt sich gegen den Kontakt *c*, schließt damit wieder den Strom, und das Spiel beginnt von neuem. Der Klöppel *k* wird demnach mit der an seinem Ende befindlichen Kugel schnell schwingend gegen die Glocke *G* angeschlagen, so lange Strom in die Leitung entsendet wird.

Bei den Weckern mit Stromunterbrechung tritt nicht selten der Mißstand ein, daß der Kontakt zwischen der Feder und dem Anker unsicher und hierdurch eine Unterbrechung der Leitung herbeigeführt wird. Auch können nicht mehrere solche Wecker hintereinander in einen Stromkreis eingeschaltet werden, ohne daß der sichere Betrieb beeinträchtigt wird.

Schaltung auf Selbstausschluß. Um diesen Übelständen zu begegnen, werden die gewöhnlichen Wecker in der Regel auf Selbstausschluß der Elektromagnetrollen geschaltet. Der Übergang aus der vorigen in diese Schaltung läßt sich leicht bewerkstelligen. Es bedarf dazu nur einer Umlegung der Leitung von dem isolierten Stück *t* an den Eisenwinkel *r* (Fig. 157); außerdem ist die Kontaktschraube *v* soweit vorzudrehen, bis sie bei angezogenem Anker die auf dem Anker sitzende kleine Blattfeder berührt. Die Leitung führt von dem Eisenwinkel zu den Rollen; das Ende der letzteren ist mit dem Lager der Kontaktschraube *v* verbunden. Tritt Strom in den Wecker über die Klemme rechts ein, so fließt er durch den Eisenwinkel, durch die Rollen, gelangt zu *v* und von dort in die Leitung bzw. zur Erde. Der Anker legt sich gegen die Kerne, und der Kontakt *v* wird geschlossen. Nunmehr findet der Strom einen andern Weg über den Anker, den Kontakt *v* in die Leitung weiter, sodaß die Elektromagnetrollen

stromlos werden. Infolge der Unwirksamkeit des Elektromagnetes kehrt der federnde Anker in seine Ruhelage zurück, sodaß der Strom den früheren Weg durch die Rollen nehmen muß, der Anker demnach wieder angezogen wird.

In dieser Weise wiederholt sich schnell aufeinander folgend die Bewegung des Ankers und bringt den Klöppel, genau wie bei der Schaltung auf Selbstunterbrechung, zum Schwingen.

Einstellen der Wecker.

Bei dem in den Figuren 156 u. 160 dargestellten Wecker wird die Einstellung der den Anker tragenden Blattfeder b mittels der Schraube u

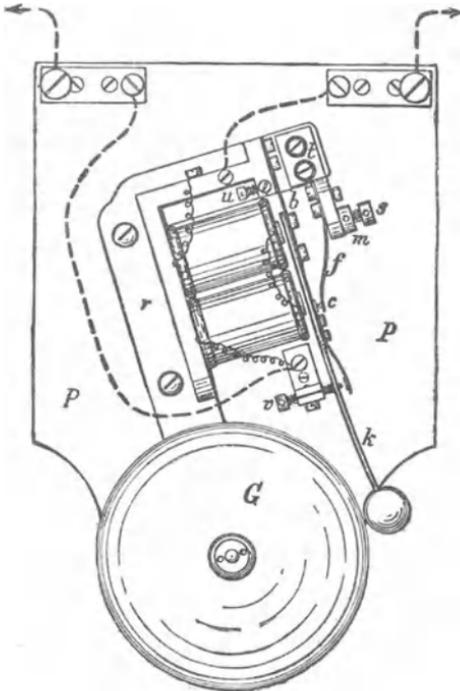


Fig. 157

Gewöhnlicher Wecker mit Schaltung auf
Selbstausschluß.

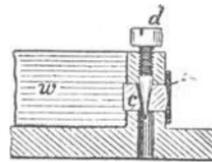


Fig. 158.

Einstellvorrichtung für den
Wecker.

bewirkt, welche von unten durch den Ansatz des Eisenwinkels r gegen die Feder b gepreßt werden kann, sodaß die Feder mehr oder weniger von dem Eisenwinkel sich abdrücken läßt. Die Lage der Stellschraube u wird durch eine Preßschraube gesichert.

Neuere Wecker sind mit der aus der Fig. 158 ersichtlichen Einrichtung versehen: In dem Ansatz des Eisenwinkels läßt sich ein Bolzen c mittels einer Schraube d verschieben; letztere besitzt ein kegelförmig zugespitztes Ende, welches durch eine ebenso geformte, aber etwas größere Öffnung von c greift. Wird die Schraube rechts herum gedreht, so daß sie tiefer eingreift, so drückt das kegelförmige Ende gegen die Wandung des Bolzens c

und schiebt diesen voran. Das etwas abgerundete Ende von c übt dann einen stärkeren Druck gegen die oberhalb liegende Blattfeder aus. Durch Herausdrehen der Schraube d wird die Spannung der Blattfeder nachgelassen.

Der Blattfeder ist eine derartige Spannung zu geben, daß der Anker, wenn er nicht angezogen ist, etwa $\frac{1}{2}$ mm von den Elektromagnetkernen absteht, sobald auch die Kontaktfedern von dem Anker zurückgedreht sind und diesen nicht mehr berühren. Der Abstand des Klöppels von der Glocke muß alsdann etwa 2 bis 3 mm betragen. Aus dieser Entfernung wird bei der richtigen Stromstärke der Anker mit Sicherheit herangeholt und der Klöppel gegen die Glocke geführt werden.

Um zu prüfen, ob die Spannung der Blattfeder nicht zu stark geworden ist, verwendet man 3 Kohlen- oder 4 Kupferelemente. Die Glocke muß klar ertönen, auch wenn die Stromschlüsse schnell auf einander folgen. Zum Zweck der weiteren Weckereinstellung ist es sicherer, wenn die Spannung der Blattfeder eher zu schwach als zu stark gemacht wird.

Den Abstand zwischen Glocke und Klöppel kann man dadurch ändern, daß man die Glocke nach geringer Lockerung ihrer Befestigungsschraube dreht. Die Glocke ist nämlich niemals genau im Mittelpunkt auf dem Tragstift befestigt, und daher wird sich leicht eine Stelle an ihrem Rande finden lassen, an welcher der Abstand von dem Klöppel der richtige ist.

Bei der Schaltung des Weckers auf Selbstunterbrechung soll Feder f nach dem Abfallen des Ankers mittels ihres Kontaktes c einen sichern Stromübergang zum Ankerhebel vermitteln, dagegen bei angezogenem Anker eine Unterbrechung des Stromweges sicherstellen.

Um dies herbeizuführen, schraubt man die Kontaktfeder f ganz zurück, erteilt der Blattfeder b die richtige Spannung und schraubt die Feder f vorsichtig gegen den Kontakt c.

Hat die Feder b die richtige Stellung erhalten, so darf die Feder f nicht so stark gegen den Anker drücken, daß sie denselben gegen die Kerne zu legen sucht. Deshalb darf die Schraube s, welche auf f wirkt, nur soweit angezogen werden, bis ein sicherer Kontakt bei c besteht.

Wenn man nun mit der Hand den Anker gegen die Kerne drückt, so muß die Feder f dem Anker erst ein wenig folgen, dann aber eine sichtbare Trennung des Kontaktes eintreten.

Zur weiteren Prüfung der Einstellung wird der Stromkreis für den Wecker geschlossen. Sollte das Anschlagen des Klöppels zu schwach erscheinen, so ist entweder die Spannung der Blattfeder noch zu stark und muß vermindert werden, oder die Unterbrechung des Kontaktes bei c erfolgt zu früh, die Feder f ist also mittels der Schraube s noch etwas dem Anker zu nähern.

Wenn beim Schließen des Stromes der Anker angezogen wird, aber seine schwingenden Bewegungen nicht ausführt, sondern an den Kernen festliegt und erst beim Unterbrechen des Stromes wieder abfällt, so ist die Feder f zu stark gegen den Anker gedrückt, und es kann an dem Kontakt c keine Unterbrechung mehr eintreten. Durch Zurückschrauben der Feder f wird diesem Übelstande abgeholfen.

Bei der Schaltung auf Selbstausschluß der Elektromagnetrollen muß die Blattfeder am Anker dieselbe Spannung besitzen, wie vorhin angegeben. Die Feder f dient hier nur zur Begrenzung des Ankerhubes. Der Kontakt zwischen der zweiten auf dem Anker sitzenden Feder und der Schraube v (wodurch der Ausschluß der Rollen bewirkt wird) muß schon gebildet sein, bevor der Anker seinen Weg gegen die Kerne ganz zurückgelegt hat.

Zum Einstellen des Weckers spannt man zunächst die Feder f ab und schraubt die Kontaktschraube v zurück. Die Blattfeder b des Ankers wird soweit gespannt, daß der Anker genügend stark angezogen wird und der Klöppel gegen die Glocke schlägt. Jetzt wird f soweit gespannt, daß der Kontakt mit leichtem Druck gegen den Anker anliegt. Nunmehr läßt man den Strom dauernd durch die Rollen fließen und dreht die Kontaktschraube v vorsichtig so lange vorwärts gegen die zweite Feder, bis ein regelmäßiges Spiel des Klöppels erfolgt. Hiernach werden die Kontakte mittels der Preßschrauben und Gegenmuttern festgelegt.

Schnarrwecker werden vielfach aus alten Gleichstromweckern hergestellt, die nach der Einführung des Induktionsweckbetriebes in großer Anzahl verfügbar geworden sind.

Die Umänderung geschieht in der Weise, daß der Klöppel nebst Kurzschlußfeder und Kontaktwinkel abgeschraubt und das freigewordene Ende der Elektromagnetumwindungen mit dem von der linken Klemme kommenden Zuführungsdrahte verbunden wird. Ferner ist der die Glocke tragende Schenkel des Eisenwinkels zu verkürzen und das Grundbrett entsprechend abzuschneiden. Ein

so hergerichteter Schnarrwecker (ohne sein Grundbrett und die Klemmschrauben) ist in Fig. 159 dargestellt.

Der Fernsprechwecker mit Fallscheibe (Fig. 160). Soll der Wecker neben dem hörbaren auch ein sichtbares und bleibendes Zeichen geben, so versieht man ihn mit einer Fallscheibe. Ein zweiarmiger, um die Schraube x drehbarer Hebel $h_1 h_2$ ist an dem einen Ende mit einem Haken e , am andern Ende mit einer kleinen runden Scheibe z versehen, die in der Ruhelage nur mit ihrem Rande in einem Schlitz des Weckergehäuses sichtbar ist, weil der an der Klöppelstange befestigte Stift s den Haken e festhält. Wird der Wecker in Tätigkeit gesetzt, so läßt der Stift den Haken frei und der Hebel dreht

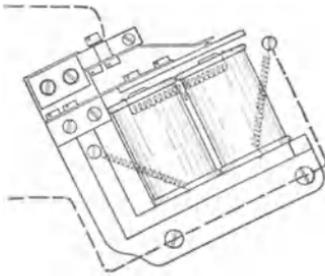


Fig. 159.
Schnarrwecker.

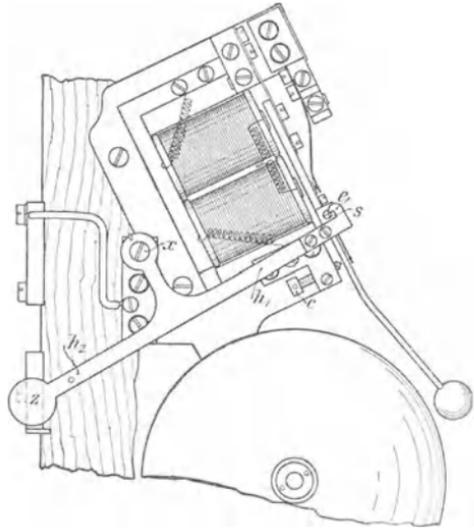


Fig. 160.
Wecker mit Fallscheibe.

sich unter dem Einfluß einer um seine Achse gewundenen Spiralfeder soweit nach links, daß die Fallscheibe außerhalb des Gehäuses sichtbar wird. Ein Anschlagestift, der sich gegen einen an der unteren Messingklemme befindlichen Platinkontakt legt, begrenzt die Bewegung und kann zugleich zur Schließung des Stromkreises für einen zweiten Wecker benutzt werden, der dann solange anspricht, bis die Fallscheibe zurückgedrückt ist.

Bei der Schaltung von Fernsprechverbindungs-Doppelleitungen auf Klappenschränke zu 50 Einzelleitungen wird an Stelle der Teilnehmerklappe ein Dosenwecker mit Fallscheibe (Fig. 161 und 162) verwendet, dessen Elektromagnetrollen für

hohen Widerstand (800 Ohm) und hohe Selbstinduktion gewickelt sind. Die Fallscheibe z sitzt an dem Winkelhebel h_2 , der sich um x dreht; h_2 ist verlängert durch die Blattfeder h_1 . Die Feder f_4 sucht den Winkelhebel zu drehen; dieser aber liegt mit dem Anschlag m an der Schraube s_1 und wird so lange festgehalten, bis der Wecker anspricht. Hierbei drückt der Klöppel h_1 nieder, so

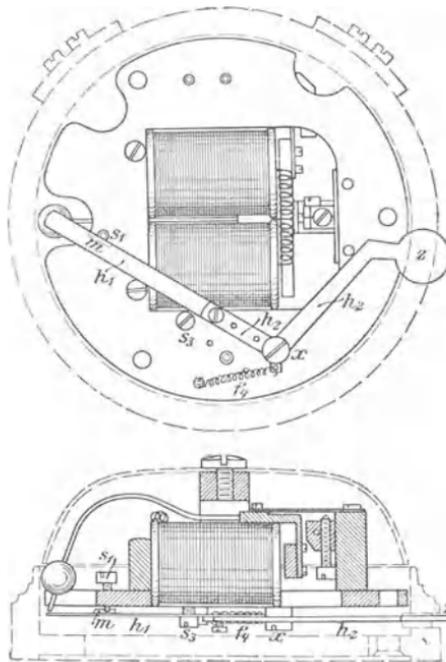


Fig. 161 u. 162.

Dosenwecker mit Fallscheibe.

daß m unter s_1 vorbeigleitet; z tritt nun aus dem Gehäuse hervor. Beim Zurückbewegen begrenzt s_3 den Weg des Winkelhebels.

Wecker mit Fallscheibe werden nicht mehr beschafft. Vielmehr wird neben dem Wecker ein selbständiger Apparat aufgestellt:

Die Fallscheibe (Fig. 163 bis 165). Auf einem Grundbrett, das an der Wand zu befestigen ist, befindet sich ein Elektromagnet M mit einem Anker A , der an den Spitzenschrauben ss gelagert ist und sich in einen Hebel h fortsetzt. Der Hebel reicht über den Metallmantel des Mag-

nets fort und endet in einer Nase, welche die (in Fig. 163 punktiert gezeichnete) Scheibe F am Fallen verhindert. Tritt ein Strom in den Magnet ein, so wird der Anker angezogen, der Hebel h bewegt sich ein wenig nach aufwärts und gibt die Scheibe F frei; diese fällt nach rechts und schließt bei c einen Kontakt, der zum Stromkreis eines Weckers gehört; vgl. Fig. 165: WB , c , Kontaktspitze der Scheibe, Drehpunkt d , gestrichelte Verbindung nach dem Mantel von M , W .

Unter dem Magnet M befindet sich ein Schieber S , der die drei in Fig. 164 angegebenen Stellungen einnehmen kann. Ganz

links hält er die Scheibe F fest und verhindert sie am Fallen. Bei der mittleren Stellung, die in Fig. 163 dargestellt ist, kann die Scheibe F zwar fallen, aber ihr Arm a wird vom Schieber aufgefangen, ehe der Kontakt c geschlossen wird. Erst wenn man den Schieber S ganz nach rechts stellt, schließt die Scheibe F beim Fallen auch den Stromkreis des Weckers.

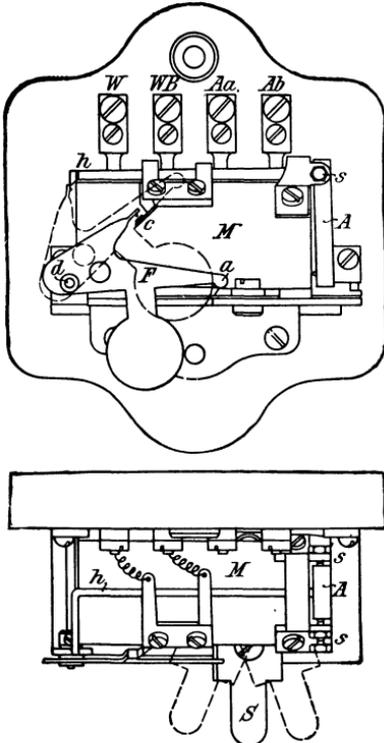


Fig. 163 u. 164.

Fallscheibe.

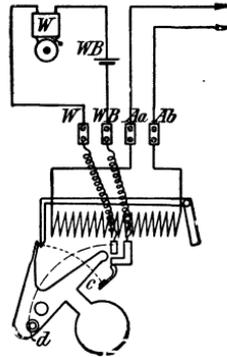


Fig. 165.

Stromlauf zur Fallscheibe.

In Fernsprechnetzen mit selbsttätigem Schlußzeichen wird die Fallscheibe parallel zum Apparatwecker gelegt und ihr ein Satz Polarisationszellen vorgeschaltet.

Die Leitungen von Aa und Ab führen zum Fernsprechgehäuse.

Über den Magnet wird ein Gehäuse gesetzt, aus dem oben die Klemmen und unten nur die Fallscheibe in ihrer tiefsten Stellung heraustreten.

Der Wechselstromwecker (Fig. 166, 167) ist ein polarisierter Apparat; er besitzt gewöhnlich zwei Glocken, die auf den Ansätzen einer Messingplatte w durch Schrauben befestigt sind. An w ist eine Eisenplatte g_3 rechtwinklig angeschraubt, die einerseits den unteren Schenkel des Stahlmagnets NS , anderseits einen Elektromagnet trägt. Die Pole des Elektromagnets sind demnach gleichnamig und ungefähr gleich stark, ziehen also je das gegenüberliegende Ende des Ankers a ungefähr gleich stark an. Die Bewickelung der Elektromagnete ist so geführt, daß ein Strom, der den linken

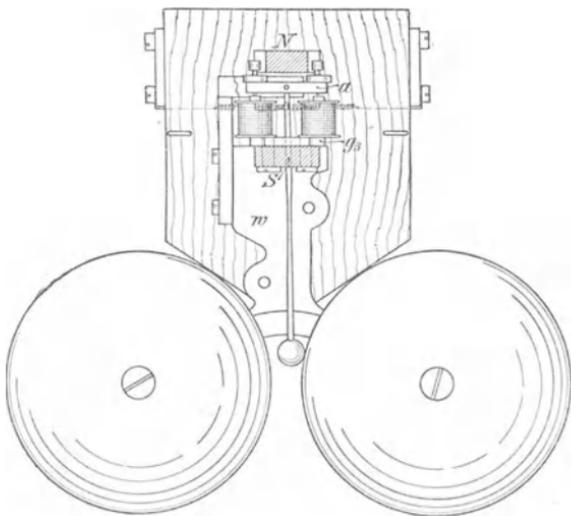


Fig. 166.

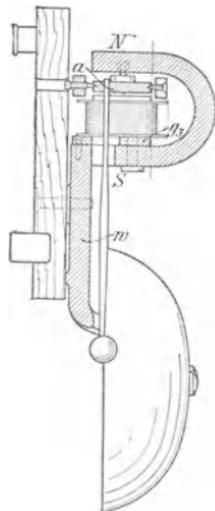


Fig. 167.

Wechselstromwecker.

Elektromagnetkern stärkt, den rechten schwächt, und umgekehrt. Tritt also ein Strom in die Wickelung, so erhält jedesmal einer der Elektromagnete das Übergewicht. Bei Wechselstrom wechselt demnach das Übergewicht und der Anker führt Schwingungen aus.

Rechtwinklig zu seiner Drehungsachse und nach unten gerichtet trägt der Anker an einem langen Stahldraht den Klöppel, der beim Ansprechen des Elektromagnetes in raschem Wechsel bald die eine, bald die andere Glockenschale berührt und dadurch ein lauttönendes Klingelsignal hervorbringt.

Die Rollen des Elektromagnetes sind mit einem außerordentlich feinen, nur 0,05 mm starken, mit Seide umspinnenen Kupfer-

draht bewickelt. Jede Rolle enthält 1800 bis 2000 Umwindungen. Der Gesamtwiderstand des Elektromagnetes beträgt 1400 bis 1700 Ohm.

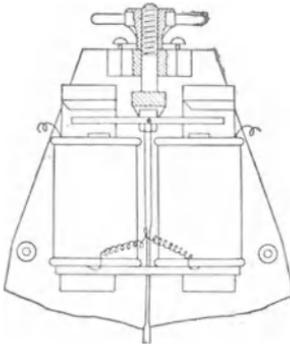


Fig. 168.

Wechselstromwecker Stf.

wie in Fig. 166 und 167. Die Rollen haben nur 300 Ohm.

Der Wechselstromwecker Stf (M. 1903), Fig. 169 u. 170, dient sowohl als Einzelwecker, wie zur Ausrüstung der schrank-

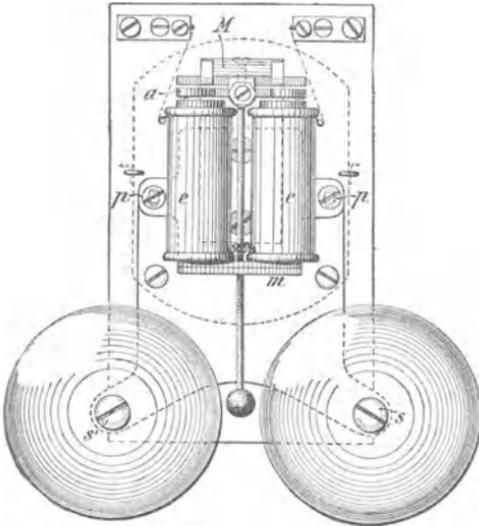


Fig. 169.

Wechselstromwecker Stf (M. 1903).

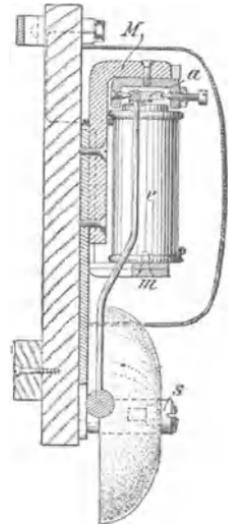


Fig. 170.

förmigen Wandgehäuse. Er enthält einen rechtwinklig gebogenen Dauermagnet M, mit dessen aufgebogenem Schenkel der Lagerbock

für den Anker *a* verschraubt ist. Die Kerne des Elektromagnets e_1, e_2 sind mit ihrem Joch auf einer ebenfalls rechtwinklig gebogenen Messingplatte *m* befestigt.

Die Elektromagnetrollen dieses Weckers sind bei dem gleichen Widerstand von 300 Ohm länger und mit stärkerem Draht bewickelt als die älteren Formen, um die Selbstinduktion und die Empfindlichkeit zu erhöhen. Die Windungszahl beträgt etwa 10000.

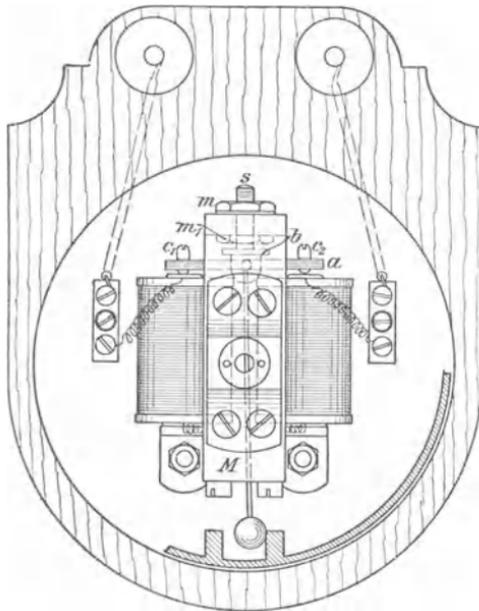


Fig. 171.
Wechselstromwecker mit einer Glocke.

Zur Einschaltung in Sp-Leitungen wird der Wecker mit größerem Elektromagnet gebaut; der Kern des letzteren wird aus Eisenblech zusammengesetzt (geblättert), um Wirbelströme zu verhüten (Seite 50), die sonst im vollen Metall der Kerne durch die Fernsprechröme erzeugt würden. Die Rollen dieses Weckers — Sp (M. 1904) haben zusammen 1500 Ohm und 22 000 Windungen.

Ein zuerst von Mix & Genest hergestellter Wechselstromwecker mit nur einer Glocke (Fig. 171) unterscheidet sich auch dadurch von

dem beschriebenen, daß die Schenkel des Elektromagnets samt Anker und Klöppel von der Glocke vollständig überdeckt werden.

Der Wechselstromwecker großer Form (Fig. 172) ist zur Anbringung im Freien bestimmt; er besitzt zwei große Kelchglocken und ein wasserdicht abgeschlossenes Elektromagnetsystem.

Die Kerne der Elektromagnetspulen sind oben durch ein Eisenstück *q*, unten durch eine Messingplatte *m* verbunden, durch welche die dreieckigen Polschuhe p_1, p_2 hindurchgreifen; mit dem Eisenstück *q* sind die Dauermagnete M_1, M_2 verschraubt. Zwischen

den Polschuhen $p_1 p_2$ spielt der Anker a um die Achse a' ; seine Verlängerung trägt den hammerförmigen Klöppel. Über den Elektromagnet, dessen Umwindungen 300 Ohm Widerstand besitzen, und den Anker wird eine Messingkappe gestülpt und mit drei Schrauben an der Grundplatte befestigt, wobei sich der untere Rand auf einen Gummiring preßt.

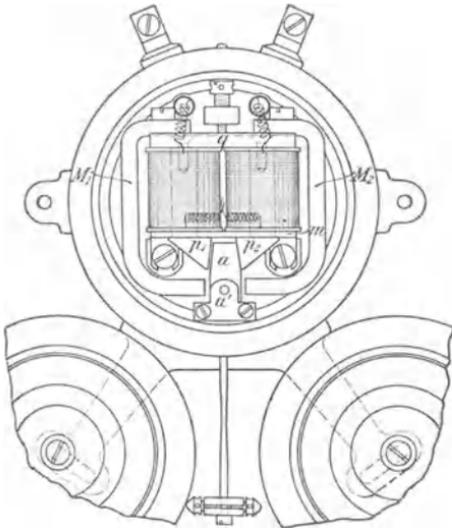


Fig. 172.

Wechselstromwecker großer Form.

Wechselstromwecker großer Form werden auch mit nur einer Glocke gebaut.

Einstellen und Regulieren der Wechselstromwecker. Bei den meisten Formen läßt sich der Anker gegen die Magnetpole verschieben. In Fig. 168 dient hierzu die oben mit Kreuzkopf versehene Schraubmutter, deren Spindel den Anker trägt, bei anderen Weckerformen sind exzentrische Scheiben angebracht, um diese Verschiebung bequem auszuführen,

bei Fig. 171 dient zu gleichem Zwecke die Schraube s mit Mutter m . Bei anderen Formen verschiebt man den Magnet; so bei Fig. 169/170, wo die beiden Schrauben p durch Schlitze der Grundplatte des Magnetsystems fassen; nach Lösen der beiden Schrauben kann man den Magnet bewegen. Bei Fig. 172 dient zu gleichem Zwecke die oberhalb q sichtbare Schraube. Außerdem werden bei den Wechselstrom-, ebenso wie bei den Gleichstromweckern die Glocken gedreht, um den richtigen Abstand vom Klöppel zu finden. In Fig. 172 sind zu gleichem Zwecke im Glockenträger Schlitze angebracht.

II. Die Umschalter.

Stöpselumschalter. Auf einem Grundbrett werden mehrere Messingschienen mit Klemmschrauben befestigt.

Die Schienen sind von einander durch Luftzwischenräume

isoliert und haben an passenden Stellen Ausbohrungen, sodaß durch Einstecken eines Messingstöpsels je zwei oder je drei Schienen leitend miteinander verbunden werden können. Um die leitende Verbindung sicher herzustellen, sind die Stöpsel konisch, sodaß sie recht fest eingesteckt werden können. Auch sind Stöpsel im Gebrauch, welche von unten bis zur Hälfte aufgeschlitzt sind, beim Einstecken daher federnd wirken und die metallische Verbindung noch sicherer herstellen.

Die einzelnen Arten der Umschalter werden mit Nummern bezeichnet. Die Anzahl der gebräuchlichen Umschalter beträgt 8 und zwar:

No. I:	Linienumschalter für 5--12 Leitungen,
„ II:	Linienumschalter für 4 Leitungen,
„ III:	Ausschalter,
„ IV:	Umschalter mit 3 Schienen,
„ V und Va:	Kurbelumschalter, s. S. 210,
„ VI, VIa und VII:	Umschalter für Zwischenämter,
„ VIII:	Stromwender.

Die Leitungen der großen unterirdischen Telegraphenlinien werden an besondere Kabelumschalter gelegt.

Der Umschalter I, Linienumschalter (Fig. 173), besteht aus 24 isolierten Messingschienen, welche an ihren Enden mit Klemmschrauben versehen sind. Diese Schienen bilden zwei Gruppen, eine obere und eine untere; die Schienen einer Gruppe laufen miteinander parallel und sind voneinander isoliert. Die Schienen der oberen Gruppe kreuzen die der unteren Gruppe mit Einhaltung eines geringen Abstandes unter rechtem Winkel. Die Schienen der unteren Gruppe sind auf dem Holzrahmen G, die Schienen der oberen Gruppe auf den Leisten K befestigt. An den Kreuzungsstellen sind die Schienen durchbohrt, sodaß vermittelt eines Stöpsels je zwei sich kreuzende Schienen leitend miteinander verbunden werden können. Gegenüber den unteren Enden der vertikalen zwölf Schienen stehen kleine mit Klemmschrauben versehene Ansatzschienen mit den römischen Zahlen I bis XII bezeichnet, welche mit den vertikalen Schienen durch Stöpsel ebenfalls verbunden werden können.

Die Messingstöpsel sind konisch, ihr unteres zylindrisches Endstück ist aufgeschlitzt und federt daher beim Einsetzen (Fig. 174).

Diese Umschalter werden nur auf größeren Amtern verwendet. An die vertikalen Schienen werden die von den Blitzableitern kommenden Leitungsdrähte geführt, an die diesen gegenüberstehenden Ansätze I—XII die zu den Apparaten führenden Drähte. Die horizontalen Schienen dienen zur Verbindung von Leitungen

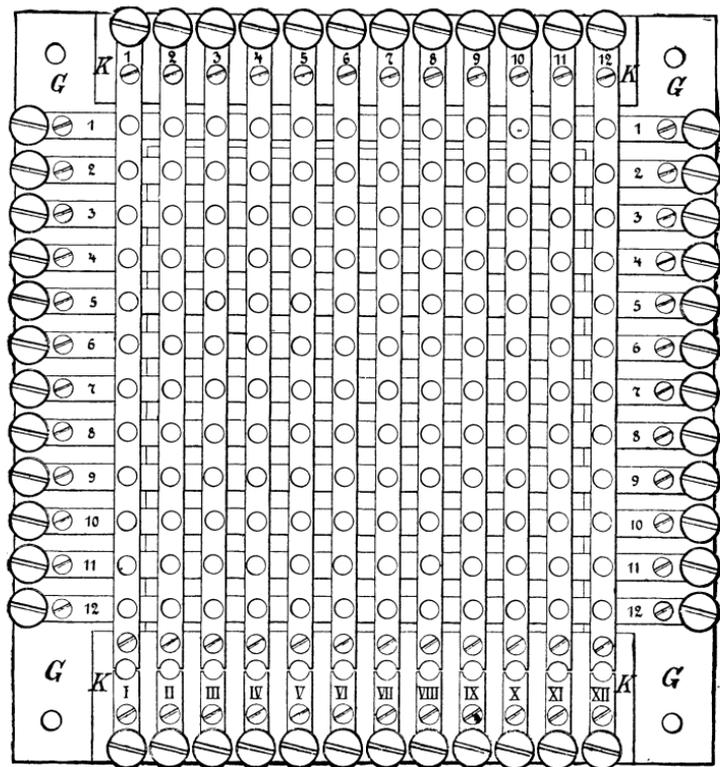


Fig. 173.

Linienumschalter (No. 1) für 12 Leitungen.

untereinander, die letzte horizontale Schiene 12 steht mit der Erdleitung in Verbindung.

Nach Bedürfnis werden mehrere solcher Linienumschalter, in geeigneter Weise verbunden, aufgestellt.

Für gewöhnlich sind die mit den römischen Zahlen bezeichneten kleinen Schienen — Apparatschienen — durch Stöpsel mit den vertikalen Schienen 1—12 verbunden. Liegen an den verti-

kalen Schienen 1—12 Leitungen, so steht jede Leitung mit ihrem zugehörigen Apparat in Verbindung.

a) Es soll eine Leitung isoliert werden. Der Stöpsel zwischen der betreffenden Leitungsschiene und der Apparatschiene wird entfernt, so lange die Isolation andauern soll.

b) Es soll eine Leitung mit Erde verbunden werden. Der Stöpsel zwischen der entsprechenden Leitungsschiene und der Apparatschiene wird herausgenommen und in die Kreuzungsstelle mit der Erdschiene (horizontale Schiene 12) eingesetzt.

c) Zwei Leitungen sollen unmittelbar miteinander verbunden werden. Es seien z. B. die an die Schienen 2 und 8 geführten Leitungen miteinander zu verbinden. Zu diesem Zwecke benutzt man eine freie, horizontale Schiene, etwa die Schiene 3, entfernt die Stöpsel zwischen 2 und II, sowie zwischen 8 und VIII, setzt den einen Stöpsel in die Kreuzung der vertikalen Schiene 2 mit der horizontalen 3, den zweiten in die Kreuzung der vertikalen Schiene 8 mit der horizontalen Schiene 3. Die horizontale Schiene 3 bildet nunmehr ein Zwischenglied zwischen den beiden Leitungen.

d) Eine Leitung soll mit dem Untersuchungsinstrument, zu welchem von der horizontalen Schiene 11 aus eine Hilfsleitung führt, verbunden werden. Man entfernt den Stöpsel zwischen der betreffenden Leitungs- und Apparatschiene und setzt ihn in die Kreuzungsstelle der Leitungsschiene mit der horizontalen Schiene 11.

e) Eine Leitung soll auf einen Aushilfsapparat gelegt werden, welcher mit der horizontalen Schiene 10 in Verbindung steht. Man entfernt den Stöpsel zwischen der Leitungs- und Apparatschiene und setzt ihn in die Kreuzungsstelle der Leitungsschiene mit der horizontalen Schiene 10 ein.

Der Umschalter II, Linienumschalter (Fig. 175), besteht aus 10 kurzen parallelen Schienen und einer vor dieser liegenden langen Schiene. An die mit L_1 bis L_4 bezeichneten Schienen werden die Leitungen gelegt, mit der Schiene U kann ein Meßinstrument verbunden werden, an Schiene E liegt die Erdleitung. Von den Schienen A_1 bis A_4 führen Drähte zu den Apparaten.

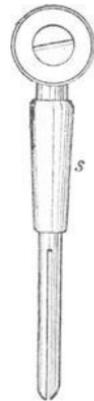


Fig. 174.
Stöpsel zum
Umschalter I.

Die Schiene S dient zur Verbindung zweier Leitungen untereinander oder einer Leitung mit Erde oder dem Meßinstrument, endlich auch, um eine Leitung auf einen anderen Apparat zu legen.

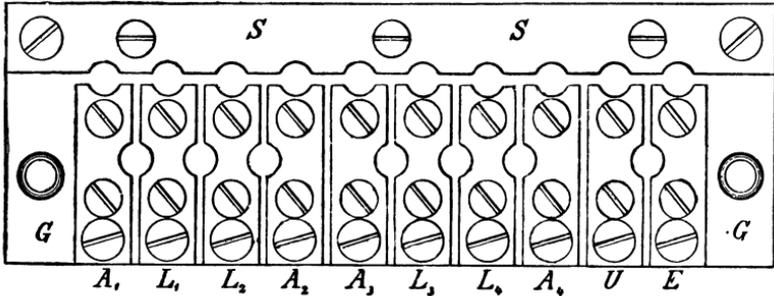


Fig. 175.

Umschalter II, ältere Form.

Die neuere Form des Umschalters II zeigt Fig. 176. Zwischen zwei Längsschienen E und U liegen 6 Paare Querschienen, die Schienen jedes Paares können unter sich, alle Schienen mit den Längsschienen durch Messingstößel verbunden werden. Der Um-

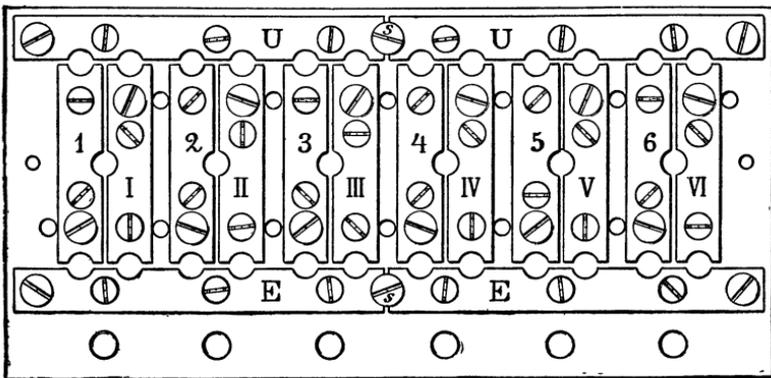


Fig. 176.

Umschalter IIa, neuere Form.

schalter läßt sich durch Entfernen der beiden Schrauben *ss* in zwei Hälften zerlegen. An die mit arabischen Zahlen bezeichneten Querschienen werden die Leitungen, an die mit römischen Zahlen bezeichneten die Zuführungen zu den Apparaten gelegt. Der Umschalter dient für 6 Leitungen.

Die Schiene E wird mit der Erdleitung verbunden, an die Schiene U kann ein Meßinstrument gelegt werden, auch läßt sie sich benutzen, um eine Leitung auf einen andern Apparat zu schalten. Entfernt man den zwischen zwei Schienen eines Paares sitzenden Stöpsel, so wird die Leitung isoliert. Neben E befinden sich im Grundbrett Löcher zur Aufbewahrung der Stöpsel.

Der Umschalter führt die Bezeichnung IIa.

Der Umschalter III besteht aus zwei Schienen und einem Stöpsel und wird lediglich zum Ausschalten benutzt. Seine Anwendung ergibt sich leicht

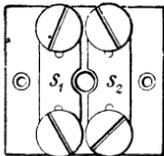


Fig. 177.
Umschalter III.

aus Fig. 177.

Es sei geboten, irgend einen Apparat zeitweise aus dem Stromkreise auszuschließen. Zu diesem Zwecke führt man die Zuleitungen zu den oberen

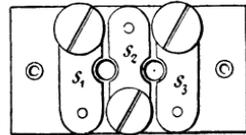


Fig. 178.
Umschalter IV.

Enden der beiden Schienen und schaltet den Apparat zwischen die unteren Enden der Schienen ein. Wenn der Stöpsel nicht steckt, so ist der Apparat eingeschaltet, während der letztere durch Einstecken des Stöpsels aus dem Stromkreise ausgeschaltet wird, da der Strom dann von der einen Schiene über den Messingstöpsel seinen Weg zur anderen Schiene findet.

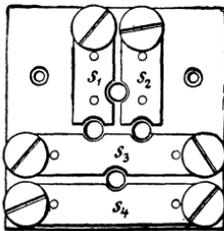


Fig. 179.
Umschalter VI.

Der Umschalter IV (Fig. 178) wird benutzt, um eine an die Mittelschiene gelegte Leitung nach Belieben mit einem von zwei Stromwegen, die von den beiden äußeren Schienen ausgehen, in Verbindung zu setzen.

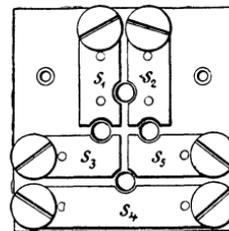


Fig. 180.
Umschalter VIa.

Die Umschalter VI (Fig. 179) und VIa (Fig. 180) unterscheiden sich dadurch, daß die Schiene s_3 des Umschalters VI bei dem Umschalter VIa in zwei Hälften zerlegt ist. Beide Umschalter werden für Trennstellen in Ruhestromleitungen benutzt. (Siehe Seite 266.)

Der Umschalter VII (Fig. 181) besteht aus sechs Schienen

und findet Verwendung bei Trennstellen in Arbeitsstromleitungen (vergl. Fig. 237, Seite 272.)

Der Umschalter VIII (Fig. 182). Vier Schienen sind paarweise so angeordnet, daß die beiden untern Schienen die Verlängerung der obern bilden. Je nachdem die Stöpsel in Loch 1 und 2, oder in Loch 3 und 4 eingesetzt werden, läßt sich die Stromrichtung einer zwischen S_2 und S_3 eingeschalteten Batterie umkehren.

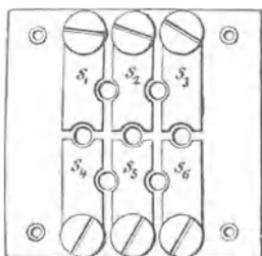


Fig. 181.

Umschalter VII.

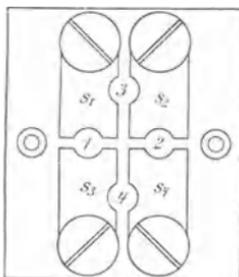
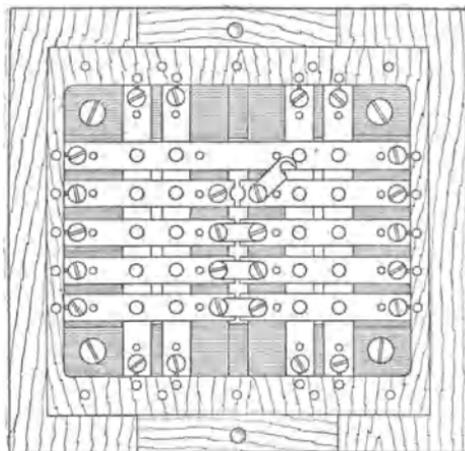


Fig. 182.

Umschalter VIII.

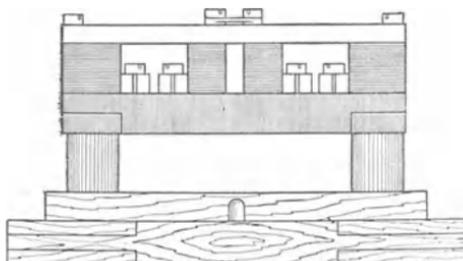


Fig. 183 u. 184.

Kabelumschalter III.

Kabelumschalter. Die Linienumschalter für die großen unterirdischen Linien sind mit besonderer Sorgfalt isoliert. Ihre Längs- und Querschienen, deren Zahl sich nach der Aderzahl des Kabels sowie danach richtet, ob der Umschalter für End- oder Zwischenanstalten mit Apparat oder lediglich für Untersuchungsstellen bestimmt ist, ruhen auf einem von vier Hartgummiäulchen ge-

tragenen Rahmen aus dem gleichen Material und sind durch einen verschließbaren Holzkasten mit Glasdeckel gegen das Eindringen von Staub und Feuchtigkeit geschützt. Sie werden in drei Formen gebaut, welche die Bezeichnung Kabelumschalter No. I, II und III führen. Die Umschalter I finden Verwendung bei Endstellen, die Umschalter II bei Zwischenstellen mit mehreren Apparaten oder mit Übertragung, die Umschalter III bei solchen Zwischenstellen, die nur zur Untersuchung in das Kabel eingeschaltet sind. Zur Ausführung der Leitungsverbindungen dienen bei den Kabelumschaltern I nur Stöpsel, bei den Umschaltern II und III außer den Stöpseln auch kleine, zum Aufschrauben eingerichtete Verbindungsschienen. Fig. 183 u. 184 stellen einen Kabelumschalter No. III für 4 Leitungen in Ober- und Seitenansicht dar.

Kurbelumschalter. Zur Verbindung der Messingschienen dient ein Metallarm, die Kurbel, der auf der einen Schiene drehbar befestigt ist.

Der Umschalter V (Fig. 185). Auf einem kleinen Grundbrett sind drei Metallstücke m , m_1 und m_2 angeordnet. Auf dem Metallstück m ist ein beweglicher Metallarm k (die Kurbel) befestigt, welcher nach rechts oder links gedreht werden kann. An den Metallstücken m_1 , m_2 sitzen zwei bewegliche Stücke c und c_1 , welche um a und a_1 drehbar sind.

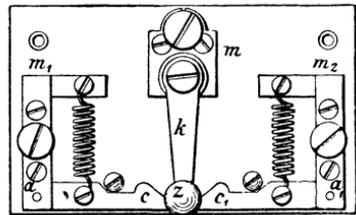


Fig. 185.

Kurbelumschalter V.

Die Kontaktstücke c , c_1 sind an ihren Enden etwas ausgeschnitten. Wenn man die Kurbel k seitwärts gegen eines dieser Stücke verschiebt, so springt ein unter dem Knopf z befindlicher Zapfen in den Ausschnitt ein. Dabei wird das betreffende Kontaktstück etwas verschoben. Die Feder bewirkt dann, daß das Kontaktstück c_1 fest gegen den unterhalb z befindlichen Zapfen anliegt und so eine sichere metallische Verbindung hergestellt wird. Die Metallstücke m , m_1 , m_2 tragen die Klemmschrauben zur Aufnahme der Zuführungsdrähte.

In einer neueren Bauart (Fig. 186) sind die seitlichen Metallstücke ersetzt durch zwei an einer Längsseite des Grundbretts befestigte Messingklemmen mit aufgebogenen Blattfedern, denen gegenüber an der andern Längsseite eine dritte Schiene angebracht

ist, welche die Kurbel trägt. Die gut leitende Verbindung zwischen Schiene und Kurbel wird durch eine mit beiden Teilen verschraubte Spiralfeder gesichert.

Bei dem Umschalter No. V (M. 1900), Fig. 187, bildet der Kurbelgriff die Verlängerung der Kurbel und sind die Messing-

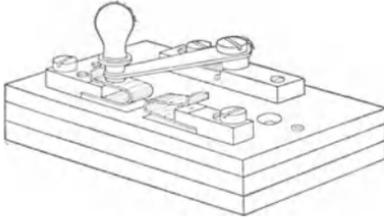


Fig. 186.

Umschalter V, neue Bauart.

zugleich den Griff trägt. An ihrer Unterseite sind starke Blattfedern festgeschraubt, deren nach unten ausgewölbte Enden auf den Kontaktschienen schleifen. In jedem Schienenpaar ist der Zwischenraum zur Erleichterung des Hinübergleitens mit Vulkanfiber ausgefüllt.

Klinkenumschalter (Fig. 189, 190, 191). Auf einigen großen Telegraphenämtern, wo die Linienumschalter I nicht ausreichen würden, werden zur Umschaltung der Leitungen, Apparate und Batterien Klinkenumschalter

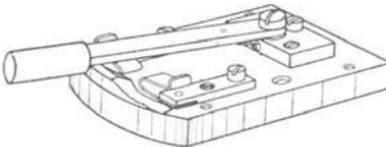


Fig. 187.

Umschalter V (M. 1900).

schiene senkrecht zu den Kontaktfedern angebracht.

Der Umschalter No. Va (M. 1900), Fig. 188, auch Doppelkurbelumschalter genannt, ist ähnlich eingerichtet wie der zuletzt beschriebene Umschalter No. V. Die beiden Messingkurbeln sind durch einen Steg aus Vulkanfiber verbunden, der

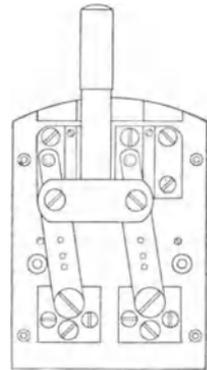


Fig. 188.

Umschalter Va (M. 1900).

benutzt. Der Umschalter bildet einen Schrank von 1,76 m Höhe, der mit zwei Ansatzschränken für Platten-Blitzableiter in der Regel eine Breite von 3,77 m einnimmt.

Der mittlere Teil enthält ein Klinkenfeld (Fig. 189), welches in der Schnittzeichnung (Fig. 190a) rechts oberhalb der Stöpsel zu denken ist; über dem Klinkenfeld befindet sich ein Streifen

zweite für den Apparatsatz, die dritte (rechts) für die Batterie. Aus den Stromläufen in Fig. 191 a bis d ist die Anordnung zu erkennen. So lange kein Stöpsel steckt, hat man die (im XVII. Abschnitt näher zu besprechenden) Schaltungen ohne Änderung vor sich. Schiebt man einen Stöpsel in die erste Klinke ein, so hebt man mit dessen isolierter Spitze die obere Klinkenfeder ab

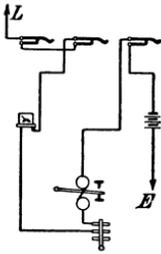


Fig. 191 a.

Endant, Ruhestrom.

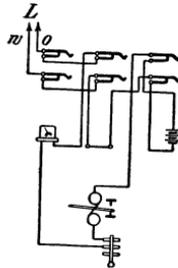


Fig. 191 b.

Zwischenant, Ruhestrom.

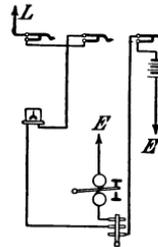


Fig. 191 c.

Endant, Arbeitstrom.

und verbindet sie dann über den Stöpselkörper mit der Schnur; setzt man nun den zweiten Stöpsel des Paares in eine andere Apparatklinke, so verbindet man die erste Leitung mit dem zweiten Apparatsatz. Auf dieselbe Weise kann man statt der gewöhnlich gebrauchten Batterie eine andere an die Leitung legen.

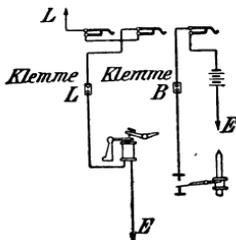


Fig. 191 d.

Hughesleitung.

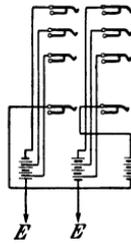


Fig. 191 e.

Aushilfsbatterie.



Fig. 191 f.

Meßeinrichtung.

Zu letzterem Zweck werden die Aushilfsbatterie-Klinken benutzt, deren Schaltung Fig. 191 e zeigt. Soll die Leitung gemessen werden, so setzt man den einen Stöpsel in die Leitungsklinke, den andern in die obere Meßklinke (Fig. 191 f) ein; handelt es sich um eine Schleifenleitung, so wird der andere Zweig durch ein zweites Stöpselpaar mit der zweiten Meßklinke verbunden.

Die Schaltung nach Fig. 191 g dient dazu, eine Leitung zur Untersuchung auf ein Apparatsystem zu stöpseln. Die Klappen (Schaltung Fig. 191 h) dienen zur Überwachung gestörter Leitungen; ist z. B. eine Leitung unterbrochen, so verbindet man sie durch ein Stöpselpaar mit der Klappe und legt durch ein zweites Stöpselpaar an das andere Ende der Klappe eine passende geerdete Batterie. Ist die Leitung wieder stromfähig, so fällt die Klappe.

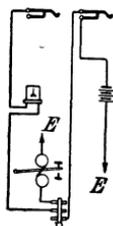


Fig. 191 g.
Apparat zur Unter-
suchung.



Fig. 191 h.
Klappe.

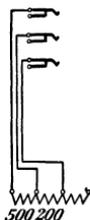


Fig. 191 i.
Widerstände.

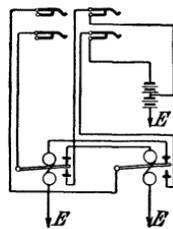


Fig. 191 k.
Reserve-Übertragung.

Ähnlich kann man Widerstände einschalten (Fig. 191 i). Die Reserve-Übertragung (Fig. 191 k) wird durch zwei Stöpselpaare eingeschaltet, Fig. 191 l stellt eine direkt verbundene Leitung dar, die nur zur Untersuchung eingeführt ist. Soll eine Leitung isoliert werden, so setzt man einen losen Stöpsel ohne Schnur in die Leitungsklinke. Um die Leitung zu erden, verbindet man sie durch Stöpsel und Schnur mit einer geerdeten Klinke.

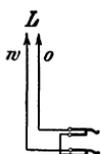


Fig. 191 l.
Direkt
geschaltete
Leitung.

Das Klinkenfeld befindet sich hinter einer Schiebetür mit Glasfüllung (Fig. 190 a); der wagerechte Teil unterhalb des Klinkenfeldes dient als Stöpselbrett, wo die Stöpsel sitzen.

Die Seitenschränke sind, wie Fig. 190 b zeigt, durch schräggehende Bretter abgeteilt, auf denen in doppelter Reihe die Platten-Blitzableiter stehen. Die von außen kommenden Kabel werden an den Brettern g befestigt und ihre Adern an die in Fig. 190 b zu erkennenden Grobsicherungen gelegt. Von da führen Zimmerleitungen zu den Platten-Blitzableitern, welche gleichfalls durch Zimmerleitungen mit den auf dem Schaltbrett o (Fig. 190 a) sitzenden Klemmen verbunden sind. Zu diesen Klemmen gehören Lötösen, die mit den Klinken des Klinkenfeldes durch angelötete Drähte verbunden sind.

Die von den Apparaten kommenden Zimmerleitungskabel werden an der Klemmleiste v (Fig. 190a) festgelegt und mit Löt-klemmen am Schaltbrette u verbunden, von denen wieder Drähte zu Klemmen auf dem Schaltbrette o führen.

Die Batteriezuführungen endigen an Klemmen in den Blitzableiterschranken und werden von da über das Schaltbrett u nach dem Schaltbrette o geführt. Die Klemmen auf letzterem sind den Klinken genau entsprechend angeordnet.

Anrufschranke. Solche Telegraphenleitungen, deren Verkehr nicht die ständige Bedienung durch einen besonderen Beamten erfordert, können zu mehreren vereinigt auf einen Klappenschrank gelegt werden. Der eingehende Anruf zeigt sich hier zunächst durch den Fall einer Klappe. Erst dann wird die Leitung mit einem Empfangsapparat verbunden.

Es gibt zwei verschiedenartige Einrichtungen; die eine ist nach einem in Belgien üblichen Verfahren gebildet, die andere ist zuerst in Thorn gebraucht worden, wonach sie gewöhnlich das belgische und das Thorner Verfahren genannt werden.

1. Das belgische Verfahren ist für größere Ämter bestimmt. Die Leitungen (nur Arbeitsstromleitungen, Morse und Klopfer) endigen an einem Klappenschrank mit schnurlosen Stöpseln, der in seinem äußeren Ansehen etwa der Figur 325 gleicht. Solche Schränke werden für 20 und 50 Leitungen gebaut; neuerdings baut man auch größere Schränke, die etwas anders eingerichtet sind.

Fig. 192a stellt einen Anrufschrank für 20 Leitungen vor. Das Klinkenfeld enthält wagrechte Klinkenstreifen zu 20 Klinken; die Größe des Schrankes reicht für 26 wagrechte Streifen aus. Oberhalb der Klinken sitzen in zwei Reihen die Fallklappen, auf welche zur Zeit der Ruhe die Leitungen gelegt werden (Leitung L_2), indem man die Stöpsel in die oberste Klinke Kr einsetzt. Fällt eine Klappe (Leitung L_1), so wird zugleich der Kreis des Weckers W geschlossen. Der Beamte setzt den Stöpsel in die Abfrageklinke Ka und schaltet hierdurch die rufende Leitung auf den Abfrageapparat A . Dort nimmt er die Meldung aus der rufenden Leitung entgegen und verbindet dann entweder mit einem Empfangsapparat oder mit einer Übertragung, auf welche in Fig. 192a die Leitungen L_3 und L_{20} gelegt sind; oder er verbindet ohne Übertragung (Klinken Kv), wobei nur ein Klopfer V eingeschaltet wird. Am unteren Rande liegen noch

Klinken Km , mit deren Hilfe die Leitungen auf die Meßeinrichtung gelegt werden können. Wo die Apparatbeamten etwas weiter vom Rufschrank entfernt sitzen, dient die Taste Ds und die Klappe K dazu, sie von der erfolgten Einschaltung zu benachrichtigen. Am rechten Rande des Schrankes befinden sich Schlußzeichen,

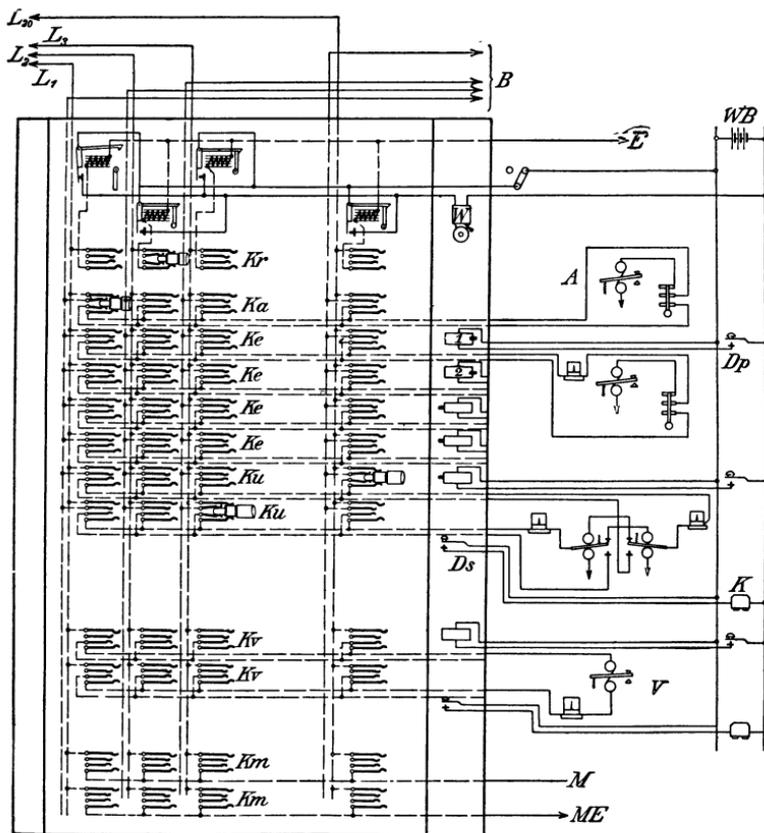


Fig. 192 a.

Anrufschrank für das belgische Verfahren.

zylindrische Körper, die sich um eine senkrechte Achse drehen können. Sie sind auf der einen Hälfte schwarz, so daß sie sich von ihrer Umgebung nicht abheben; in dieser Lage sind sie eingeklinkt. Ist der Beamte, welcher ein Telegramm aufgenommen hat, fertig, so drückt er auf seine Taste Dp und gibt hierdurch

dem Elektromagnet, dessen Anker das Schlußzeichen festhält, einen Strom; das Schlußzeichen wird nun losgelassen und dreht sich unter der Wirkung einer Feder herum, so daß seine weiße Hälfte mit der Nummer sichtbar wird. Der Schrankbeamte sieht nun, daß der Apparatbeamte zum Empfange eines Telegramms bereit ist. Wenn er ihm von neuem eine Leitung zugeteilt hat, führt er das Schlußzeichen mit der Hand in Ruhestellung zurück.

2. Das Thorner Verfahren faßt bis zu vier Leitungen zusammen und weist sie einem Beamten zu. Die Leitungen werden an einen Klappenschrank geführt, von dem Fig. 192b die eine Hälfte darstellt. Fig. 192c zeigt die innere Einrichtung und als Beispiel eine Endstelle in einer Arbeitsstromleitung mit Relais und eine Zwischenstelle in einer Ruhestromleitung mit Batterie.

Jede der vier Leitungen eines Schrankes enthält eine Taste; allen gemeinsam ist der Empfangsapparat K, der durch den Hebelumschalter H jeweils auf die Leitung geschaltet wird, in welcher angerufen worden ist. Die allen 4 Leitungen gemeinsame Schrankleitung ist in Fig. 192c nach Art der Eisenbahnlinien dargestellt. Der Rufschrank, die 4 Tasten und der Empfänger werden auf einem Viertel eines großen Morsetisches aufgestellt. Zu jedem Schrank gehört noch ein Aushilfssystem, welches im Bedarfsfall mittels einer Schnur mit einem Doppelstöpsel in die Klinken Kz eingeschaltet wird, damit auch zwei der vier Leitungen gleichzeitig bedient werden können, oder um beim Versagen des Empfängers K eintreten zu können. Durch eine Schnur mit zwei Stöpseln, welche in die oberen Klinken Kz (Fig. 192c) eingeführt werden, kann eine Leitung, die an dem einen Schrank endigt, auf eine unbesetzte Klappe des Nachbarschranks gelegt werden.

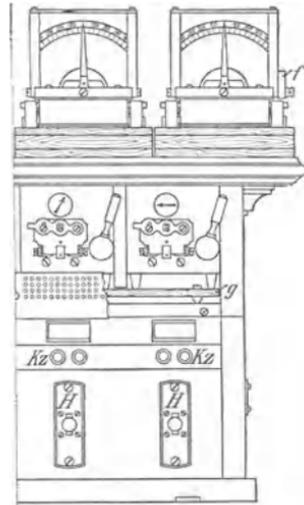


Fig. 192 b.

Anrufschrank für das Thorner Verfahren.

Die Klappen sind nicht fest eingebaut, sondern tragen auf der Rückseite Kontaktfedern, die sich gegen feste Anschlüsse an der Rückwand des Schrankes anlegen. Die Klappen stehen auf einem Schallbrett g; der Schallraum ist mit einem durchlöchernten Messingblech abgeschlossen. Der Hebel rechts von der Klappe ist mit dem Joch des Klappenmagnets verbunden; durch seine Drehung kann man das Joch an beide Magnet-schenkel anlegen oder es von dem einen entfernen; durch letztere Maßnahme verringert man die Anziehungskraft des Elektromagnets erheblich. Der Knopf über der Klappe dient zur Regelung der Abreißfeder des Klappenmagnets; sie ist am stärksten gespannt, wenn der Pfeil nach unten weist.

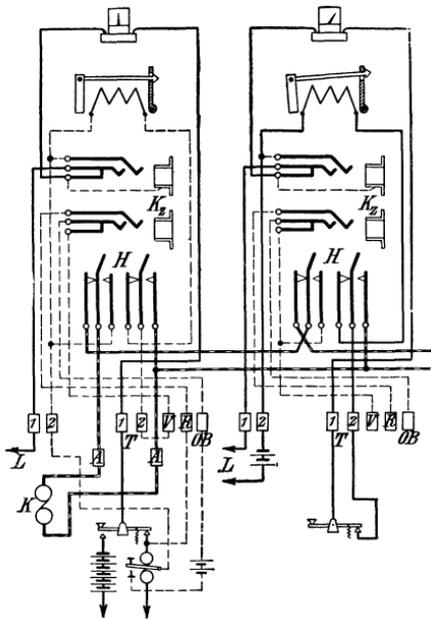


Fig. 192 c.

Schaltung des Thorner Anrufschranks.

Bei polarisierten Galvanoskopern benutzt man ein kleines Eisenstück f, um die etwaige gegenseitige Beeinflussung auszugleichen.

III. Die künstlichen Widerstände.

Künstliche Widerstände aus Manganindraht (Fig. 193). Sie enthalten eine Holzspule, die mit feinem, durch Seidenumspinnung und Schellacktränkung isolierten Manganindraht bewickelt ist. Die Enden der Umwindungen sind innerhalb des Hohlraums der Spule zu kleinen Spiralen geformt und an die Messingklemmen auf den Stirnflächen geführt. Gegen äußere Beschädigungen wird die Spule durch einen Messingmantel geschützt, der ebenso wie ein

messingner mit lappenartigen Ansätzen versehener Fuß durch kleine Holzschrauben mit der Spule verbunden ist. Widerstände

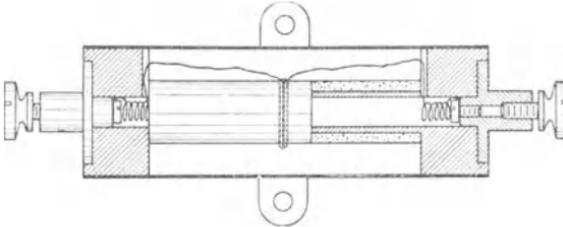


Fig. 193.

Künstlicher Widerstand aus Manganindraht.

aus Manganindraht werden gewöhnlich in Größen von 500, 800 oder 1000 Ohm angefertigt, kommen aber auch in höheren Widerstandswerten zur Verwendung.

IV. Induktanzrollen.

Induktanz- oder Gegenstromrollen sind Elektromagnete von hoher Selbstinduktion (vgl. S. 42, 43, 51, 57), die hauptsächlich beim Betriebe längerer unterirdischer Leitungen zur Aufhebung der Entladungsströme Anwendung finden. Wird ein Strom durch die Drahtrolle gesandt, so tritt eine Magnetisierung des Eisens ein. Bei Ausschaltung der Stromquelle erzeugt das Verschwinden des Magnetismus in den Umwindungen eine elektromotorische Kraft, die einen Strom von gleicher Richtung hervorzurufen sucht, wie sie der unterbrochene primäre Strom besaß.

Die Induktanzrollen sind in 3 verschiedenen Ausführungen vorhanden. Bei der ersten Ausführung ist die Drahtspule auf einen runden Eisenkern geschoben und mit einem eng angepaßten, der Länge nach aufgeschlitzten Eisenmantel umgeben; die Stirnseiten dieses Mantels sind durch Eisenscheiben geschlossen. Über eine dieser Scheiben läßt sich der Mantel beliebig weit abziehen, wodurch der Eisenkreis eine Unterbrechung erleidet. Je weiter der Mantel abgezogen ist, desto schwächer wird die Magnetisierung, desto kleiner die Selbstinduktion.

In der zweiten Ausführung bestehen Kern und Mantel aus aufrecht stehenden Eisenstäbchen, die beiderseits durch Eisenscheiben abgeschlossen und mittels eines durchgehenden Bolzens mit Widerlagscheibe und Mutter zusammengepreßt werden. Durch

Zwischenlegen von verschieden dicken Scheiben aus nicht magnetischem Material, oder durch Wegnehmen der einen oder schließlich beider Eisenscheiben kann auch hier der Eisenkreis geöffnet und die Selbstinduktion abgeglichen werden.

Bei der dritten neuesten Ausführung der Induktanzrolle steht die Drahtspule auf einer Platte aus dicht nebeneinander gelegten Eisenblechstreifen. Eisenkern und Mantel sind in einem Stück aus einem Bündel feiner Eisendrähte in der äußeren Form eines Hutes gebildet und auf einem hölzernen Schlitten befestigt, der sich mit Hilfe einer Zahnradstange und eines Triebes derart verschieben läßt, daß der Hut entweder an die Eisenplatte gepreßt oder in beliebigem Abstand von ihr gehalten wird.

Es beträgt:

Bei der Induktanzrolle	Der Widerstand in Ohm etwa	Die Selbstinduktion in Henry bei etwa 40 Milli-Ampere	
		bei ganz geschlossenem Eisenkreis etwa	bei am weitesten geöffnetem Eisenkern etwa
1. mit festem Eisenmantel und Eisenscheiben (liegende Rolle.)	a) 1500	45	13,2
	b) 600	16	5
2. mit Drahtkern, Drahtmantel und Eisenscheiben (stehende Rolle.)	a) 1000	150	50
	b) 600	80	20
3. mit Drahtkern und Draht- mantel in der äußeren Form eines Hutes	1000	120	5

Die Induktanzrollen werden als Nebenschließungen zur Kabelleitung geschaltet und zwar für Morsebetrieb bei den End- und Übertragungsämtern, für Hughesbetrieb nicht auf den Endanstalten, sondern bei den Übertragungs- und Untersuchungsstellen.

Auch im Fernsprecbetrieb werden Induktanzrollen verwendet, deren Selbstinduktion aber gewöhnlich nicht geregelt werden kann.

V. Das Galvanoskop.

Der durch die Leitung fließende Strom macht sich in den Apparaten durch das Anschlagen des Ankerhebels gegen die Kontakte bemerkbar. Allein diese durch das Ohr vermittelte Wahr-

nehmung erlaubt noch kein genügendes Urteil über die Stärke des Stromes. Man muß zu jeder Zeit auch einen Aufschluß darüber erhalten können, ob der Strom den regelmäßigen Verhältnissen entspricht, oder ob er vielleicht infolge einer Ableitung geschwächt wird. Man muß ferner beurteilen können, ob die auf dem Amte befindliche Batterie genügenden Strom liefert. Diesen Zwecken dient das Galvanoskop, welches auf jedem Amte in den Stromkreis eingeschaltet wird.

Die Einrichtung des Apparates beruht auf der Eigenschaft des galvanischen Stromes, einen beweglichen Magnet abzulenken (vergl. Seite 33).

Auf dem Grundbrett GG (Fig. 194) sind um zwei Messingständer die horizontal liegenden Windungen aus feinem, mit Seide umspunnenen Kupferdrahte angebracht und mit einem Überzuge aus lackiertem Leder geschützt (in der Figur schwarz). Von der Grundplatte G und der auf der Wicklung liegenden Messingplatte PP sind die Windungen durch zwei Ebonitplättchen getrennt.

Die Messingplatte P hat einen kreuzförmigen Ausschnitt (in der Figur nicht sichtbar); in diesem schwingt der kleine winkelig gestaltete Magnet mm um eine in Spitzen gelagerte, zur Bildfläche der Figur senkrecht stehende Achse; die Enden des Magnetes befinden sich innerhalb der Windungen (in der Figur punktiert). An dem Magnete ist der senkrecht stehende Zeiger Z befestigt, dessen Schwingungen auf der Rückwand des Gehäuses, die aus einer im oberen Teile mattgeschliffenen Glasplatte mit Teilung besteht, beobachtet werden können. Durchläuft der Strom die Windungen, so wird der Magnet und der mit ihm fest verbundene Zeiger entweder nach rechts oder links abgelenkt, je nachdem

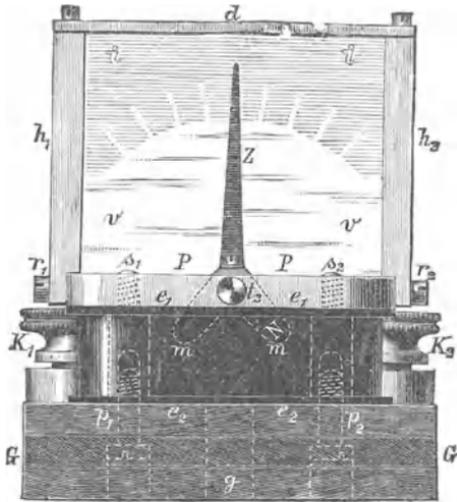


Fig. 194.
Galvanoskop.

der positive Strom bei dem einen oder dem andern Ende der Umwindungen eintritt. Aus der Größe des Ablenkungswinkels kann man einen Schluß ziehen, ob der Strom stark oder schwach ist. Vorn ist das Gehäuse durch eine Glasplatte abgeschlossen. Die Klemmen K_1 und K_2 für die Zuführungsleitungen befinden sich an der hintern Seite der Grundplatte.

Das Galvanoskop kann seinen Zweck nur erfüllen, wenn

1. die Umwindungen nirgends unterbrochen sind und
2. der Magnet hinreichenden Magnetismus besitzt.

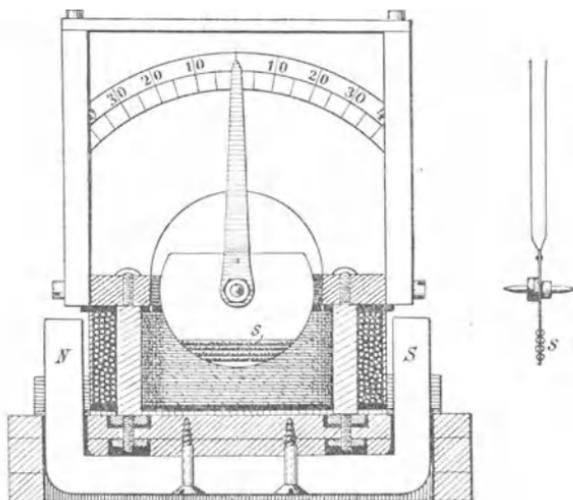


Fig. 195.

Galvanoskop mit äußerem Magnet.

Die Unterbrechung der Umwindungen ist besonders deshalb von großem Nachteil, weil zugleich die Leitung selbst, in der sich das Galvanoskop befindet, unterbrochen wird. Wenn der Magnet nicht mehr hinreichenden Magnetismus besitzt, so wirkt der Strom nur schwach ablenkend, der Zeiger wird sich träge bewegen und geringen Ausschlag zeigen, bei noch weiter vermindertem Magnetismus schließlich kaum mehr eine Bewegung ausführen. In solchen Fällen muß der Magnet herausgenommen und von neuem magnetisiert werden.

In der Regel geschieht dies mit einem kleinen Stahlmagnete. Weil das richtige Magnetisieren durch Streichen aber Übung er-

fordert, und durch Streichen mit einem verkehrten Pol die Nadel nicht nur nicht magnetisiert, sondern entmagnetisiert wird, so darf dieses Geschäft nur von kundigen Beamten ausgeführt werden.

Das neue Galvanoskop (Fig. 195) hat statt des schwingenden Winkelmagnetes einen beweglichen Körper s aus weichem Eisendraht; auf eine Aluminiumscheibe werden mehrere einerseits flache Eisendrähte aufgeklebt. Bei den neuesten Galvanoskopen werden auch noch am oberen Rande der Scheibe Eisendrähte befestigt. Die Windungen werden von einem kräftigen förmigen Stahlmagnet umgeben, der im Innenraum der Spule ein starkes magnetisches Feld erzeugt. Die Eisendrähte stellen sich in die Richtung der magnetischen Kraftlinien wagrecht ein. Der in die Windungen eintretende Strom erzeugt ein zweites magnetisches Feld, dessen Linien im Innern der Spule senkrecht stehen (vergl. Fig. 24). Unter der gleichzeitigen Wirkung beider Felder stellen sich die Eisendrähte schräg, und zwar umso schräger, je stärker das Feld der Spule, d. h. der Strom ist. Man erhöht die Empfindlichkeit durch Vorlegen eines Schwächungsankers, etwa eines Stückes Eisenblech oder eines Eisendrahtes.

VI. Die Blitzableiter.

Wenn atmosphärische Elektrizität bei einem Gewitter in eine Telegraphenleitung gelangt, so wird ein Teil davon plötzlich den benachbarten Ämtern zugeführt; vergl. S. 14 und 15.

Die feinen Kupferdrähte, welche die Umwindungen der Elektromagnete in den Apparaten bilden, werden infolgedessen erhitzt und schmelzen ab, oder es wird die isolierende Umspinnung durch die Hitze zerstört, sodaß sich die Kupferdrähte der Umwindungen berühren. Es tritt infolge dieser Vorgänge entweder eine gänzliche Unterbrechung des Stromweges durch Abschmelzen ein, oder es werden viele Umwindungen durch gegenseitige metallische Berührung ganz ausgeschaltet, sodaß der Strom dann nicht mehr genügend auf die Empfangsapparate einwirken kann. In gleicher Weise können die Umwindungsdrähte des Galvanoskops beschädigt werden.

Es müssen deshalb Vorkehrungen getroffen werden, welche das Überströmen der atmosphärischen Elektrizität in die Apparate verhindern. Dies geschieht durch die Blitzableiter.

Die Blitzableiter benutzen die Eigenschaft der hochgespannten atmosphärischen Elektrizität, sehr leicht kleine Zwischenräume auf dem Leitungswege zu überspringen, wenn sie dadurch den Weg zu großen Metallmassen oder den Weg zur Erde erreichen kann (vergl. S. 15).

Es seien PP_1 (Fig. 196) zwei Metallplatten, welche durch einen Zwischenraum von Papierdicke voneinander getrennt sind. Eine Leitung L führe zur obern Platte P , von da zum Apparat und durch die Umwindungen des letzteren zur Erde. Die untere Platte P_1 sei mit der Erde leitend verbunden. Ein Blitzschlag, welcher sich durch L entladet, oder der Rückschlag (s. S. 14) wird nicht (oder doch nur zum kleinsten Teile) durch die langen

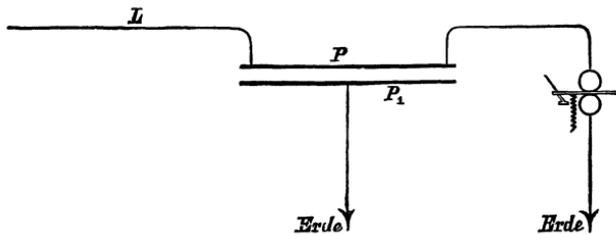


Fig. 196.

Schaltung des Blitzableiters.

und feinen Umwindungen des Elektromagnetes gehen, sondern von der Platte P zu P_1 überspringen und so den kürzeren Weg zur Erde suchen. Der Elektromagnet wird unbeschädigt bleiben.

Noch bessere Ableitung findet die atmosphärische Elektrizität, wenn an den Platten scharfe Spitzen oder Schneiden sich gegenüberstehen, da Elektrizität von hoher Spannung leicht an solchen Stellen überspringt, gleichsam von den Spitzen aufgesogen wird.

Auch in anderer Weise kann man die atmosphärischen Entladungen ohne Schaden für die Apparate zur Erde führen. Umgibt man einen Metallzylinder (Spindel) mit sehr feinem durch Seidenumspinnung isolierten Draht und schaltet diesen in die Leitung ein, während der Zylinder mit der Erde in Verbindung steht, so geht die atmosphärische Elektrizität von dem feinen Draht durch die Seidenumspinnung auf die geerdete Spindel über. Hierbei wird der feine Draht durchgeschmolzen; dadurch tritt die Kupferseele des Drahtes mit dem Zylinder in leitende Berührung und es wird sofort eine Erdverbindung hergestellt. Die Elek-

trizität kann infolgedessen nicht mehr zu den Apparaten gelangen, sondern wird vorher zur Erde abgeleitet.

Man hat, gestützt auf diese Eigenschaften, verschiedene Arten von Blitzableitern eingerichtet — Spitzen-, Schneiden-, Platten- und Spindel-Blitzableiter.

Bei den erstern stehen sich zwei Spitzen, bei den zweiten kreisförmige oder gerade Schneiden, bei den dritten zwei Platten (Metall oder Kohle), durch einen geringen Zwischenraum getrennt,

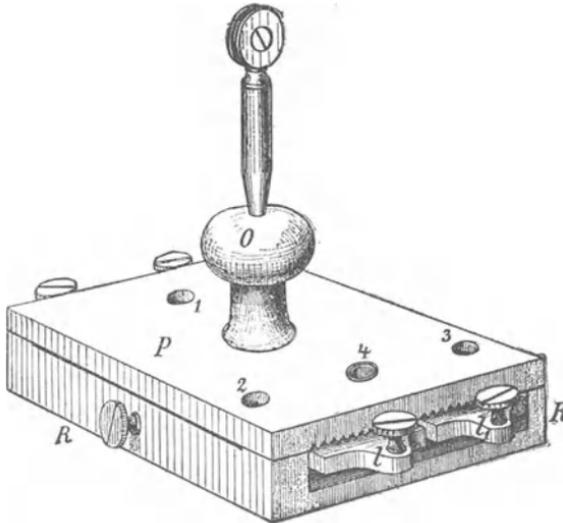


Fig. 197.

Platten-Blitzableiter.

einander gegenüber, während bei den Spindel-Blitzableitern feiner isolierter Draht auf einen Metallzylinder gewickelt ist.

In der Reichstelegraphenverwaltung werden Platten-, Spitzen-, Kohlen- und Spindel-Blitzableiter verwendet.

Der Platten-Blitzableiter wird in Fig. 197 dargestellt.

Ein massiver Messingrahmen RR mit dem Deckel P bildet die mit der Erde in Verbindung stehende Platte, an deren seitlicher Klemme der Erddraht befestigt ist. Die beiden Messingplatten l_1 sind, von dem Rahmen durch Ebonitunterlage und unter sich durch einen Luftzwischenraum isoliert, auf dem Rahmen befestigt.

Jede dieser Platten trägt an der vordern und hintern Seite eine Klemmschraube.

Der Deckel P steht nur mit dem Rahmen in Verbindung. An der untern Seite des Deckels befinden sich Stifte, welche genau in Löcher des Rahmens passen. Zwischen der Deckplatte und den Platten 11_1 befindet sich ein Luftzwischenraum von 0,2 mm, indem die Ecken des Rahmens, auf welchen der Deckel aufliegt, um Papierdicke höher stehen, als die Oberflächen der Platten 11_1 . Die der Deckplatte zugewandten Seiten der Platten 11_1 sind mit parallelen Reifeln versehen; die Reifeln der Deckplatte verlaufen senkrecht gegen die der Platten 11_1 . Zu den hintern Klemmen führen die Leitungen, zu den vordern Klemmen die Apparatdrähte.

Die durch die Leitungen einströmende atmosphärische Elektrizität gelangt zu den Platten 11_1 , überspringt den Zwischenraum zwischen diesen Platten und der Deckplatte und findet ihren Weg durch den Rahmen zur Erde.

Die Platten-Blitzableiter haben vier Stöpsellöcher und einen Stöpsel. Vorn befinden sich drei Löcher, welche durch die Deckplatte und die Leitungsplatten 11_1 hindurchgehen. Durch Einstecken des Stöpsels in die Löcher 2 oder 3 verbindet man die eine oder andere Leitungsplatte mit der Erdplatte, schaltet demnach die Leitung unmittelbar auf Erde.

In dem Loch 4 der Deckplatte ist eine Ebonitfütterung angebracht, sodaß der hindurch gesteckte Stöpsel von der Deckplatte isoliert bleibt und nur die beiden Leitungsplatten 11_1 und damit die beiden Leitungen mit einander verbunden werden.

Durch Einstecken des Stöpsels in das Loch 1 werden sowohl die beiden Leitungsplatten unter sich, als auch mit der Deckplatte, beide Leitungen demnach mit Erde verbunden.

Die Einschaltung des Blitzableiters wird im Abschnitt XVII näher erläutert.

Der Stangen-Blitzableiter bildet nur eine andere Form des Platten-Blitzableiters. Er dient an denjenigen Stellen, wo oberirdische Leitungen mit unterirdischen verbunden sind, zum Schutze der letzteren (Kabel) gegen das Eindringen der atmosphärischen Elektrizität; die letztere würde die isolierende Hülle der im Kabel befindlichen Kupferleitung beschädigen.

Der Stangen-Blitzableiter (Fig. 198 bis 200) besteht aus einer Doppelglocke von Hartgummi (Ebonit) g. Um den Kopf der Glocke

ist ein starker Messingring *r* gelegt, der einen Ansatz mit einer Holzschraube *s* besitzt. Auf den Ring kann mittels eines Bajonettverschlusses eine Kapsel *k* aufgesetzt werden. Durch das Innere der Glocke führt eine Messingstange *t*, die in eine kreisförmige Platte *v* eingeschraubt ist. Die Platte *v* ist außer Berührung mit der unteren Fläche der Kapsel *k* und dem Metallring *r*; von beiden ist sie durch einen geringen Luftzwischenraum getrennt. Die untere Fläche der Kapsel *k* hat kreisförmige Reifeln, die Platte *v* Querreifeln. Wird *t* an die Leitung angeschlossen, während *s* mit der Erde in Verbindung steht, so springt die über *t* gelangende atmosphärische Elektrizität auf die Platte *k* und (durch den Ring *r*) zur Erde über, so daß der Blitzableiter ebenso wie der beschriebene Platten-Blitzableiter wirkt.

Die neueren Stangen-Blitzableiter sind mit doppeltem Deckel versehen, um die Ansammlung von Feuchtigkeit zwischen den Blitzableiterplatten zu verhindern (vergl. Fig. 200). Die erste Deckelplatte *m* mit leicht gewölbter Oberseite

und gereifelter Unterseite greift mit einem schmalen Rande über den Ring *r* hinweg. Auf sie legt sich der äußere Deckel *d*, der mit seinem zylindrischen, an der Unterkante nach innen vorspringenden, aber mehrfach durchbrochenen Rande *p* den Ring berührt, wodurch ein mit der äußeren Luft in Verbindung stehender Hohlraum zwischen den beiden Deckeln entsteht. Der Durchmesser der Kreisfläche, mit welcher die Leitungsplatte auf dem Ebonitkopf aufliegt, ist so klein wie möglich gehalten und der

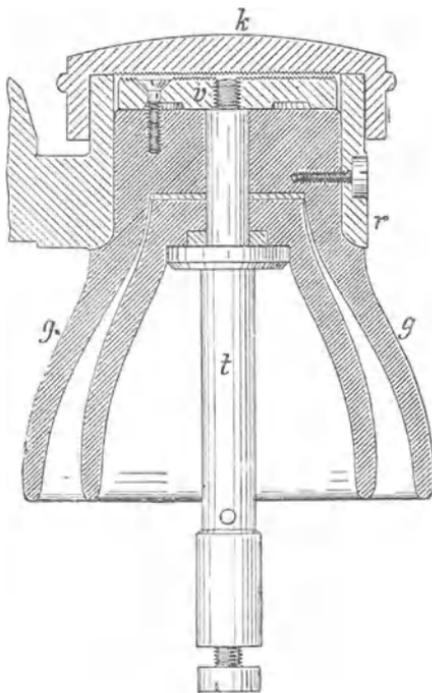


Fig. 198.

Stangen-Blitzableiter.

Ebonitkopf selbst noch mit einer ringförmigen Einkerbung versehen worden. Besonders wird zwischen der Leitungsplatte und dem Ring r

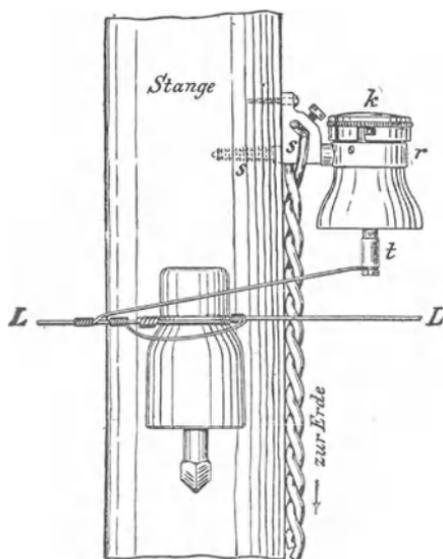


Fig. 199.

Befestigung des Stangen-Blitzableiters an der Stange.

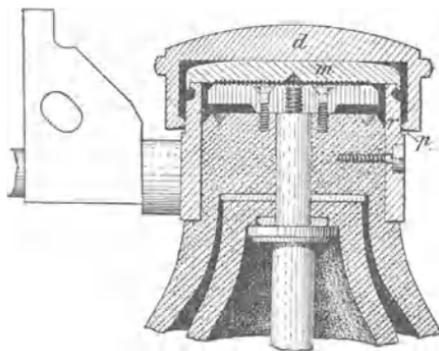


Fig. 200.

Stangen-Blitzableiter, neuer Verschluss.

eine größere Isolationsfläche dadurch hergestellt, daß der Ebonitkörper am oberen Ende etwas abgedreht wird, und daß in die obere Fläche noch eine kreisförmige Nut eingesenkt wird.

Zum Schutze der unterirdischen Telegraphen- und Fernsprech-Linien werden neuerdings an den Überführungssäulen Stangen-Blitzableiter für 7 und 10 Leitungen verwendet. Die Apparate sind nach Art der gewöhnlichen Platten-Blitzableiter eingerichtet und mit einer für alle Leitungsplatten gemeinsamen Kappe wetterdicht abgeschlossen.

Der Spindel-Blitzableiter, welcher in Fig. 201 in Ansicht und zum Teil im Durchschnitt dargestellt ist, dient dazu, die Fernsprechapparate gegen die zerstörenden Wirkungen der atmosphärischen Elektrizität zu schützen.

Er besteht aus drei rechtwinklig geformten Messingschienen $s_1 s_2 s_3$, welche mit dem einen Schenkel auf einer Grundplatte befestigt sind.

Die aufrecht stehenden Enden der Schenkel sind durchbohrt, sodaß die oben abgeflachte zylindrische Spindel, deren drei leitende

Teile a b c durch Ebonitzwischenlagen von einander isoliert sind, durchgesteckt werden kann. Die Figur zeigt diese aufrechten Schenkel geschnitten, damit die Spindel zu sehen ist.

Durch Federn, welche innerhalb der Ausbohrungen sich befinden, wird die innige Verbindung der Teile a, b und c mit den Schienen sicher gestellt. Ein 0,2 mm starker, mit Seide umspinnener Kupferdraht ist derartig um die Spindel gewickelt, daß er in dicht nebeneinander liegenden Windungen die seitlichen Zapfen des Zylinders b umgibt und sich in die aus der Fig. ersichtlichen spiralförmigen Nuten der drei Metallstücke a, b und c einlegt. Der Draht bildet eine leitende Verbindung zwischen a und c, bleibt aber von b durch seine Seidenumspinnung isoliert.

Auf die Hülse a ist an ihrer Vorderseite eine Messingscheibe d gesetzt; die Schiene s_1 trägt eine starke federnde Messingplatte m mit einem Platinkontakt p und am Ende ein abgeschrägtes Ebonitklötzchen. Befindet sich die Spindel nicht in den Schienen, so liegt der Kontakt p auf dem Kontakt der Schiene s_3 , und die Schiene s_3 steht sonach

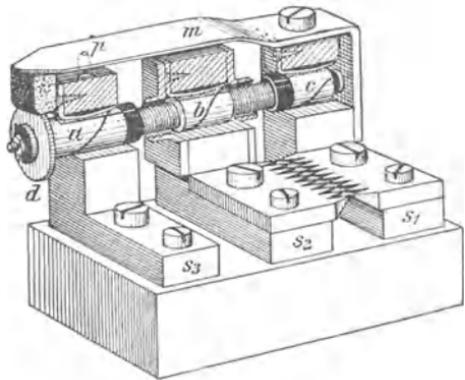


Fig. 201.

Spindel - Blitzableiter.

durch die Feder m mit der Schiene s_1 in leitender Verbindung. Wird die Spindel eingesetzt, so drückt die Scheibe d das Klötzchen und damit die Feder m in die Höhe und hebt den Kontakt p auf; nunmehr stehen die Schienen s_3 und s_1 nur mittels des vorhin beschriebenen Drahtes und der Teile a und c in leitender Verbindung.

Wenn die Leitung zuerst an die Schiene s_3 geführt wird und von der Schiene s_1 weiter zum Fernsprecher, so findet der Strom ungehindert seinen Weg über s_3 , a, durch den isolierten Draht zu c und über s_1 zum Fernsprecher. Strömt jedoch Elektrizität von hoher Spannung durch die Leitung, so wird der feine Kupferdraht auf den Zapfen von C abgeschmolzen, und der Draht tritt dadurch mit dem Metallstück b in leitende Verbindung. Die

Elektrizität wird einerseits von dem Wege zu c hin abgeschnitten, andererseits über die Schiene s_2 , welche mit der Erdleitung in Verbindung steht, zur Erde abgeleitet. Der Fernsprecher wird demnach vor den Einwirkungen der in die Leitung gelangten atmosphärischen Elektrizität geschützt.

Der Blitzableiter mit Abschmelzröllchen für Fernsprechgehäuse (Fig. 202 und 203) ist eine Abart des Spindel-Blitzableiters und dient den gleichen Zwecken.

Eine Grundplatte aus hartem Holz trägt seitlich die drei Messingschienen s_1 s_2 s_3 , von denen die beiden äußeren, s_1 und s_3 , über das Grundbrett hinwegragen und an den einander zugekehrten Seiten mit Nuten versehen sind, in denen Blattfedern f liegen, während in die mittlere, mit der Kante des

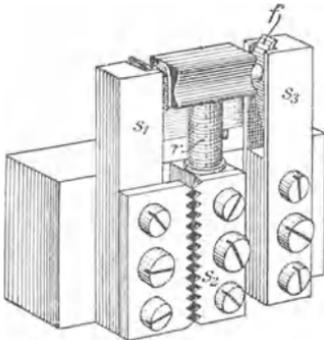


Fig. 202.

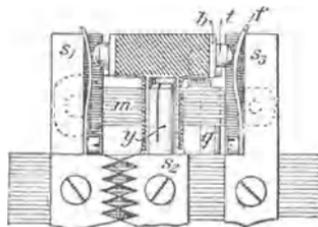


Fig. 203.

Blitzableiter mit Abschmelzröllchen.

Grundbretts abschneidende Schiene s_2 ein geschlitzter Messingstift y eingeschraubt ist. s_1 wird mit der Leitung, s_3 mit den Apparaten und s_2 mit Erde verbunden. Auf die Schienen s_1 und s_2 sind gezahnte Messingplatten so aufgeschraubt, daß ihre Spitzen einen Spitzen-Blitzableiter bilden.

Das Abschmelzröllchen r ist ein kurzes, mit seidebesponnenem Draht von 0,2 mm Stärke bewickeltes Messingrohr an einem isolierenden Handgriff, auf dessen Stirnflächen kleine Messingplättchen b die Enden der Umwindungen aufnehmen. Wird das Abschmelzröllchen so auf den Messingstift der Mittelschiene aufgeschoben, daß die Schraubenköpfe t der Messingplättchen sich in die Nuten der äußeren Schienen einlegen, so drückt der Handgriff eine diese Schienen in ähnlicher Weise wie bei dem Spindel-Blitzableiter verbindende Metallfeder m von ihrem Auflager ab

und hebt den Kurzschluß auf; jeder aus der Leitung kommende Strom muß dann die Drahtumwindungen des Röllchens durchlaufen.

Die Wirkungsweise stimmt mit derjenigen des Spindel-Blitzableiters überein. Hat ein Blitzschlag den Umwindungsdraht abgeschmolzen und die Verbindung der Leitung mit den Apparaten unterbrochen, so genügt die Herausnahme des Röllchens, um die

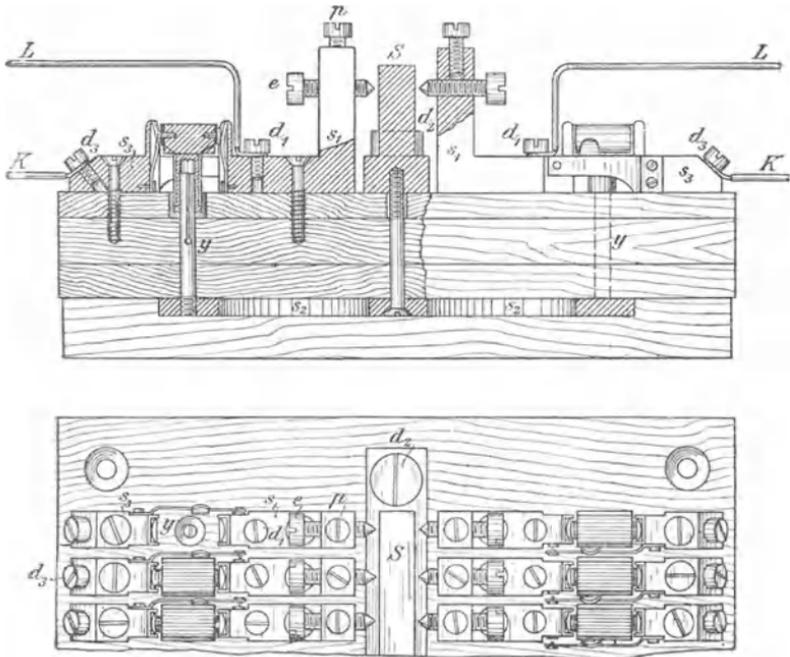


Fig. 204 u. 205.

Spitzen-Blitzableiter für Klappenschränke.

seitliche Feder zum Schließen des Stromwegs zu veranlassen und die Betriebsfähigkeit wieder herzustellen.

Die Spitzen-Blitzableiter mit Abschmelzröllchen für Klappenschränke stehen in verschiedenen Größen im Gebrauch, zu 5, 10 und 56 Leitungen. Fig. 204 zeigt einen solchen Blitzableiter in Seitenansicht, teilweise im Schnitt, Fig. 205 in Oberansicht.

Der gemeinsamen Erdschiene S gegenüber sind beiderseits für jede Leitung je zwei mit s_1 und s_3 bezeichnete Messing-

schienen auf das Grundbrett geschraubt, zwischen welche ein Abschmelzröllchen von ähnlicher Bauart wie bei den Blitzableitern für Fernsprechgehäuse eingeschoben wird. Beide Schienen sind zu diesem Zwecke mit Nuten versehen, in denen neusilberne Blattfedern liegen. Die winkelförmige Schiene s_1 trägt eine Klemmschraube zum Festlegen der Leitung und in ihrem senkrechten Teil eine mit der Spitze der Erdschiene gegenüberstehende Messingschraube e , die sich durch eine Preßschraube p festlegen läßt. An die Klemmschraube d_3 der Messingschiene s_3 wird die Zuführung zum Klappenschrank gelegt. Das Abschmelzröllchen

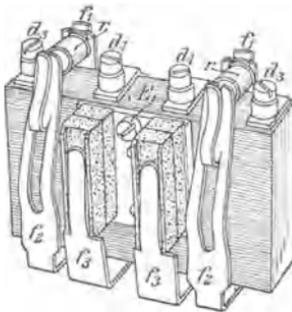


Fig. 206.

Kohlen-Blitzableiter mit
Feinsicherung.

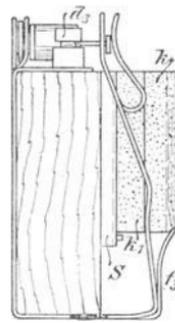


Fig. 207.

Kohlen-Blitzableiter mit Feinsicherung,
Seitenansicht.

sitzt auf einem geschlitzten Dorn y , der durch eine auf der Unterseite des Grundbretts aufgeschraubte Messingplatte mit der Erdschiene in leitender Verbindung steht, während der Handgriff des Röllchens die an der Schiene s_3 seitlich befestigte Feder von ihrem Kontakte auf s_1 abdrängt und dadurch den Umwindungsdraht einschaltet.

Kohlen-Blitzableiter mit Feinsicherung. Für die Fernsprechgehäuse sowohl wie für die Klappenschränke kommen neuerdings Kohlen-Blitzableiter zur Anwendung. Bei diesen Blitzableitern, von denen in Fig. 206 und 207 ein solcher für eine Doppelleitung dargestellt ist, wird für jeden Leitungszweig ein Kohlenpaar k k_1 durch eine Feder f_3 gegen die mit der Erde zu verbindende Messingplatte S gedrückt. Von je zwei zusammengehörigen Kohlenplatten dient die eine, k_1 , als Erd-, die andere, k , als Leitungsplatte; beide werden durch isolierende Zwischenblättchen aus

imprägniertem Papier in einer Entfernung von ungefähr 0,15 mm auseinandergehalten. Die Kohle k steht einerseits über die Feder f_3 und deren um das Grundbrett herumgreifende Verlängerung mit der Klemme d_1 , andererseits über die an der Unterkante des Grundbretts mit f_3 zusammenhängende Feder f_2 und die Schmelzpatrone r mit d_3 in leitender Verbindung. d_1 führt zur Leitung, d_3 zum Apparat. Eine aus der Leitung kommende elektrische Entladung nimmt also ihren Weg über d_1 , f_3 , k , k_1 und S zur Erde.

Die Kohlen-Blitzableiter für Klappenschränke haben im allgemeinen die Form der bisher gebräuchlichen Spitzen-Blitzableiter und sind zu 5, 10, 20, 40 und 50 Einzelleitungen oder halb so vielen Doppelleitungen eingerichtet.

VII. Die Schmelzsicherungen.

In alle oberirdischen Telegraphen- und Fernsprechleitungen, für welche die Gefahr einer Berührung mit Starkstromleitungen vorliegt, werden zum Schutze gegen die Gefahren, die eindringende Ströme von erheblicher Spannung mit sich bringen — Erwärmung der Drähte bis zur Entzündung der Isolation, Feuergefahr, seltener Gefahr für die Gesundheit der Beamten — Schmelzsicherungen eingeschaltet. Die letzteren sind so eingerichtet, daß ein zu starker Strom eine Stelle der Leitung schmilzt und damit den Stromweg unterbricht. In die von außen kommende Leitung wird zunächst die Grobsicherung eingeschaltet, welche für plötzlich auftretende stärkere Ströme von mindestens 6 Ampere eingerichtet ist und einen groben Blitzableiter trägt, der auch nach dem Durchschmelzen der Sicherung das Gebäude gegen eindringende atmosphärische Elektrizität sichert. Dann führt die Leitung zu dem Kohlen-Blitzableiter und geht von diesem durch die Feinsicherung zu den Apparaten.

Die Feinsicherung wirkt schon bei schwachen Strömen von 0,22 Ampere an. Sie besteht aus einer Schmelzpatrone r (Fig. 208), die von zwei Blattfedern f_1 , f_2 (Fig. 206) gehalten wird. In der Patrone durchfließt der Strom eine Spule von isoliertem Nickelindraht und erwärmt die mit Woodschem Metall hergestellte Lötstelle zwischen dem Stift s_1 und der Patrone. Das Woodsche Metall schmilzt bei etwa 80° ; erreicht der Strom ungefähr 0,25 Ampere, so wird das Lot weich und die Feder f_2 reißt alsdann den

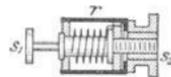


Fig. 208.
Feinsicherungspatrone.

Stift s_1 aus der Patrone heraus (bei 0,25 Ampere nach 15 Sek.) und unterbricht die Leitung.

Die **Grobsicherung** (Fig. 209) wird für 2 oder 10 Leitungen hergestellt. Ihre Schmelzpatronen sind eingeschlossen in Glasröhren R von 8 mm Durchmesser mit zwei gewölbten Messingkappen, an welche auf der Innenseite ein in der Längsachse der Röhre

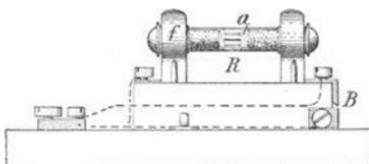


Fig. 209.
Grobsicherung.

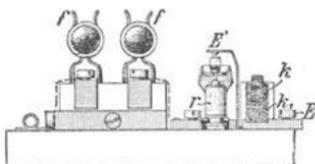


Fig. 210.
Sicherungskästchen.

geführt, 0,3 mm starker Rheotandraht beiderseits angelötet ist. In der Mitte der Glasröhre ist über den Schmelzdraht ein 5 mm langer Abschnitt eines dünneren Glasröhrchens geschoben und durch Scheibchen von Astbestpapier a verschlossen; im übrigen ist der Hohlraum der Schmelzpatrone mit Schmirgelpulver angefüllt.

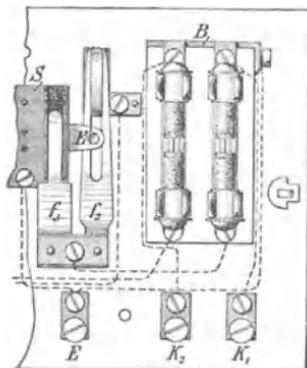


Fig. 211.
Sicherungskästchen.

Jede Röhre wird eingeschoben zwischen zwei leierförmig gebogene Bronzefedern (Fig. 210), die zusammen mit den nötigen Zuführungsklemmen für die Leitungen und Apparate auf einer Porzellanplatte befestigt sind; außerdem ist an der Grundplatte eine Blitzableiterplatte aus Messingblech B angebracht, die den mit den Leitungsdrähten verbundenen Messingstreifen in einem

Abstand von 1,35 mm gegenübersteht und somit die Sicherung selbst wie die dahinter liegenden Apparate vor heftigen atmosphärischen Entladungen schützt.

Um die Blitzableiter und Sicherungen in der Nähe der Einführung anbringen zu können, werden sie nicht mehr in die Fernsprechhäuse eingebaut, sondern in besonderen Kästchen,

Sicherungskästchen (Fig. 210, 211), geliefert. Die Leitungen werden an die Klemmen K_1 und K_2 gelegt; E ist Erde; der nicht gezeichnete Teil enthält noch die zweite Hälfte des Kohlen-Blitzableiters und zwei Apparatklemmen. Die Einschaltung ist aus den im siebzehnten Abschnitt abgebildeten Stromläufen zu ersehen. Schmilzt die Feinsicherung, so legt sich die Feder f_2 an die Feder E, welche Erdverbindung hat. Hierdurch wird die Leitung geerdet.

VIII. Kondensatoren.

Als Kondensatoren kann man alle Leiter bezeichnen, die eine größere Oberfläche haben (vgl. Seite 12). In der Regel bestehen sie aus zwei Leitern, die einander in geringem Abstand gegenüberstehen und durch eine isolierende Schicht, das Dielektrikum (Seite 10), getrennt sind.

Platten- oder Blätter-Kondensatoren enthalten, in einem viereckigen Kasten eingeschlossen, als Leiter Stanniolblätter, die durch paraffingetränktes Papier oder durch Glimmerscheiben getrennt sind; alle Blätter werden möglichst dünn genommen. Die Stanniolblätter sind abwechselnd mit den beiden Polklemmen verbunden, wie es z. B. die schematische Darstellung in Fig. 45 andeutet. Die Paraffinkondensatoren sind billiger, die Glimmerkondensatoren in ihren elektrischen Eigenschaften zuverlässiger.

Rollenkondensatoren erhält man, indem man auf ein isolierendes Blatt (paraffiniertes Papier) ein leitendes (Stanniol), darauf wieder ein isolierendes und noch ein leitendes Blatt legt und das Ganze rollt.

Drahtkondensatoren bestehen aus zwei miteinander aufgewickelten, isolierten Drähten; ein Ende jedes Drahtes wird an eine Klemme geführt, das zweite Ende isoliert.

Die in der Telegraphie verwendeten sind meistens Blätterkondensatoren, zu Meßzwecken mit Glimmer, zu Betriebszwecken mit paraffiniertem Papier als Dielektrikum. In der Regel sind die Blätter in einen viereckigen hölzernen Kasten eingebaut, der auf der Außenseite eine Ebonitplatte mit Polklemmen und gegebenen Falles eine Stöpselvorrichtung zur Einschaltung größerer oder kleinerer Teile des Kondensators trägt. Die Kondensatoren in Fernsprechsaltungen sind in der Regel nicht veränderlich. Hier werden auch Rollen- und Drahtkondensatoren verwendet.

Vierter Teil.

Telegraphenbetrieb.

Allgemeines. Je nachdem ein Telegraphenamts den Endpunkt einer Leitung bildet oder so liegt, daß die von einer Seite zum Betriebe eingeführte Leitung sich nach einer andern Richtung fortsetzt, unterscheidet man Endstellen und Zwischenstellen.

Ein Amt kann zugleich für eine Leitung Endstelle, für eine andere Leitung Zwischenstelle sein. Dies trifft in der Regel bei allen größeren Ämtern zu, da in diesen sowohl Leitungen endigen, als auch einmündende Leitungen sich nach andern Richtungen wieder fortsetzen. Auch die größeren Telegraphenbetriebsstellen der Postämter sind nicht selten sowohl End- als Zwischenstellen.

Zwischenstellen werden häufig so eingerichtet, daß die Leitung in zwei Zweige getrennt und jeder als besondere Leitung benutzt werden kann. (Trennstellen.)

Jeder Beamte muß mit dem zur Einrichtung vorgeschriebenen Material und mit der Art und Weise der Anordnung, Verwendung und Aufstellung des Materials genau bekannt sein, um die Einrichtungen klar übersehen zu können. Denn von der richtigen, zweckmäßigen Anordnung und Unterhaltung der Einrichtungen hängt der Betrieb der Leitung wesentlich ab, und die genaue Kenntnis der gesamten Einrichtungen bietet dem Beamten bei der Leitung des Betriebes, besonders aber bei Ermittlung und Beseitigung der Betriebsstörungen ein unentbehrliches Hilfsmittel dar.

Der vorliegende Teil behandelt daher:

1. Die technische Einrichtung des Amtes.
 2. Die Telegraphenschaltungen.
 3. Die Betriebsstörungen und ihre Beseitigung.
-

Sechzehnter Abschnitt.

**Die technische Einrichtung des Telegraphen-
amtes.****I. Die Leitungseinführung.**

Bei der Einführung der Leitungen in die Ämter muß streng darauf gesehen werden, daß der Stromleiter weder unmittelbar noch mittelbar mit der Hauswand oder anderen Gebäudeteilen in leitende Berührung kommt, da diese durch Regen, Tau u. s. w. feucht werden und Stromableitungen (Nebenschlüsse) begünstigen.

Zur Einführung einer oberirdischen Leitung in das Amt dient in der Regel ein Hartgummirohr, das in eine Durchbohrung des Mauerwerks eingesetzt wird. An das außen vorstehende Ende des Rohres wird eine Glocke aus Hartgummi geschraubt; die Verbindungsstelle wird mit Chattertonmasse oder Diamantfarbe bestrichen, um das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern. Die Rohre haben eine lichte Weite von etwa 1 cm, die Glocken am unteren Rande eine solche von 6,5 cm.

Durch ein solches Rohr wird ein einadriges Bleirohrkabel*) geführt und an seinem Ende bis in die Höhlung der Hartgummiglocke von dem Bleimantel und der Isolierhülle befreit. Bleiüberzug und Isolierhülle werden schräg gegen die Längsachse des Kabels bleistiftartig abgeschnitten und zwar so, daß ein 3 cm langes Stück Isolierhülle zwischen dem bloßgelegten Kupferdraht und dem Anfange des Bleimantels stehen bleibt. Dieses Stück Isolierhülle und daran anschließend 2 cm des blanken Kupferleiters müssen sich noch innerhalb der Hartgummiglocke befinden, um so möglichst vor Regen geschützt zu sein.

Die für die Einführungsrohre in der Hauswand erforderlichen Öffnungen werden bei Backsteinmauerwerk möglichst in den Fenster-

*) Einadriges Bleirohrkabel besteht aus einem 1 mm dicken Kupferdraht, der als Isolierhülle zuerst einen Überzug aus Papier, darüber zwei einander entgegengesetzt gerichtete Baumwollumspinnungen und drittens eine Zwirnumklöppelung besitzt. Das Ganze ist mit guter Isoliermasse getränkt und mit einem fest anschließenden Bleimantel umpreßt.

Außerdem gibt es vieradriges Bleirohrkabel, dessen einzelne Adern ebenso hergestellt sind. Die 4 Adern sind verseilt, mit einer gemeinsamen Juteumspinnung versehen und ebenfalls mit einem Bleimantel umpreßt.

pfeilern, bei Bruchsteinmauerwerk in dem über den Fenstern gewöhnlich vorhandenen Backsteinmauerwerk ausgebohrt.

Unterhalb der Hartgummiglocken befinden sich an der Wand Doppelglocken kleiner Form (No. III), an welchen die von der Abspannstange aus herangeführte Leitung endigt. Hier erfolgt die metallische Verbindung der oberirdischen Leitung mit der Ader des Bleirohrkabels. Die Verbindungsstellen müssen sorgfältig verlötet sein, wenn nicht der Strom beim Übergang vom verzinkten Leitungsdraht zum Kupferdraht der Einführung einen bedeutenden Widerstand finden soll. Die Doppelglocken sind so angeordnet, daß der aus der Hartgummiglocke heraustretende Kupferdraht des Bleirohrkabels den unteren Rand dieser Glocke nicht berührt.

Für jede eingeführte Leitung muß demnach ein Rohr vorhanden sein; eine Zwischenstelle würde folglich zweier Rohre bedürfen (je eins für den ein- und austretenden Zweig).

Sollen mehr als 4 Leitungen eingeführt werden, so setzt man in die Wand ein Bohlenstück oder einen Kasten aus hartem Holz ein, worin die Bohrlöcher für die Hartgummirohre sich befinden.

Unterirdische Leitungen werden in dem Kabel, das sie enthält, unmittelbar in die Gebäude der Telegraphenanstalten eingeführt. In der Regel wird die Grundmauer durchbrochen, in die Öffnung ein eisernes Rohr eingesetzt und durch dieses das Kabel hindurchgezogen, um dann weiter in einem eisernen Rohre oder hölzernen Kasten bis zum Apparatzimmer geführt zu werden. Sind die Adern des Kabels mit Guttapercha isoliert, so muß es vor starker Erwärmung geschützt werden, weil sonst die Guttapercha erweicht wird. Es darf demnach Heizungsanlagen nicht zu nahe kommen und der Bestrahlung durch die Sonne nicht ausgesetzt werden.

II. Die Zimmerleitung.

Die Zimmerleitung besteht aus den Zuführungsdrähten der Leitung zu den Klemmen des Apparattisches, den Zuführungsdrähten zu den Polen der Batterie und dem Zuführungsdraht zur Erdleitung. Sie wird aus Bleirohrkabeln hergestellt.

Die zur Einführung benutzten Bleirohrkabel werden ohne Unterbrechung bis zu den Doppelklemmen am Tisch geführt, wenn der Blitzableiter sich auf dem Tische befindet. Ist dies nicht

der Fall oder bildet ein Fernsprechgehäuse mit vorgeschaltetem Platten-Blitzableiter den Apparat, so werden die Bleirohrkabel ohne Unterbrechung bis zu dem gesondert aufgestellten Blitzableiter oder Sicherungskästchen geführt. Vom Blitzableiter aus erfolgt dann die Verbindung mit den Apparaten oder, falls ein Linienumschalter vorhanden ist, zunächst die Verbindung mit diesem und von da aus mit den Apparaten. Von der Batterie aus werden die Zuführungen, falls mehr als zwei notwendig werden, aus vieradrigem Bleirohrkabel hergestellt. Die Zuführung zur Erdleitung besteht aus einadrigem Bleirohrkabel.

Ist die Möglichkeit vorhanden, daß die Telegraphenleitungen außerhalb des Amtes mit stromführenden Teilen von Starkstromanlagen (z. B. den Fahrdrähten elektrischer Straßenbahnen, den Freileitungen von Beleuchtungsnetzen u. s. w.) in Berührung kommen, so werden nahe der Leitungseinführung im Innern des Amtes Schmelzsicherungen und zwar Grobsicherungen (s. S. 234) eingeschaltet.

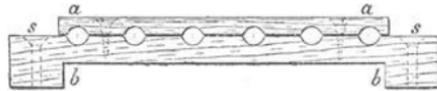


Fig. 212.

Wandleisten für Zimmerleitungen.

Auf kleineren Anstalten werden die Bleirohrkabel gewöhnlich an den Wänden entlang geführt, jedoch kommt es auch vor, daß sie unter ausgekehlten Deckleisten oder in Holzkästen an den Scheuerleisten entlang verlegt werden.

Bei größeren Ämtern erhalten die Kabel ihren Platz meist unter der Bedielung. Hierbei wird dafür gesorgt, daß das Kabelager überall leicht geöffnet werden kann, damit die Kabel jederzeit zugänglich sind.

Die Wandleisten, von denen die Kabel gehalten werden, bestehen aus zwei Stücken a und b (Fig. 212), die mit 6 oder 3 halbrunden Einschnitten zur Aufnahme der Kabel versehen sind. Zu den Leisten muß hartes, trockenes Holz gewählt werden, das zu firnissen ist. Die untere Hälfte b wird durch zwei Schrauben s s auf Holzdübeln, die in die Wand eingegipst werden, festgeschraubt. Die Kabel werden in die Einschnitte gelegt und etwas angezogen; dann wird die obere Hälfte der Leiste aufgeschraubt. Die Einschnitte dürfen nur so eng sein, daß die Kabel festgehalten, aber nicht stark gepreßt werden. Ändert sich die Richtung der Kabel, so ist der Übergang von der einen Richtung in die andere so

herzustellen, wie die Fig. 213 dies zeigt. Die Kabel dürfen weder mit Tapete überdeckt, noch angestrichen werden.

Wenn der Kupferdraht eines Bleirohrkabels an eine Klemme geführt werden soll, so muß der Bleiüberzug, wie in der Hartgummiglocke über dem Einführungsisolator, bleistiftartig abgeschnitten, ferner die Isolierhülle 3 cm von diesem Schnitt ebenso abgeschnitten und der Kupferdraht bloßgelegt werden.

Die Bezeichnung der Zimmerleitung. Um die Übersichtlichkeit zu fördern, werden an den Bleirohrkabeln und einzelnen Drähten Bezeichnungen angebracht.

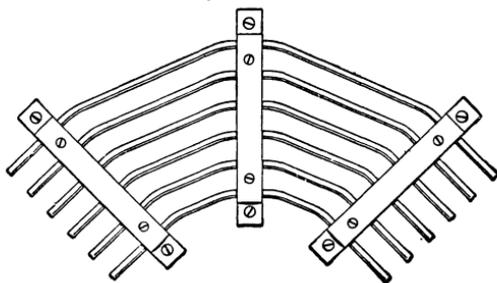


Fig. 213.

Führung der Zimmerleitung.

An den in das Zimmer eintretenden Leitungsdrähten ist zunächst auf einer Wandleiste eine kleine Papptafel mit der Bezeichnung der Leitung und des Endamtes anzubringen, z. B.:

Ltg. 836 Ost. Coblenz

Ltg. 836 West. Trier.

An allen den Stellen, wo Bleikabel hinzukommen, sind wiederum Tafeln mit Bezeichnungen anzubringen.

Ebenso ist bei den Leisten zu verfahren, in denen nur Zuleitungen der Batterie befestigt werden. K = Kupferpol, Z = Zinkpol, E = Erde.

Eine regelmäßig und genau durchgeführte Bezeichnung leistet besonders für die Untersuchung des Amtes bei Betriebsstörungen wesentliche Dienste, erspart Mühe, Zeit und störende Verwechslungen bei einer Änderung der technischen Einrichtungen.

Für jeden Apparat wird endlich eine Mappe angelegt, in der sich die Angaben über die Nummer der Leitung, Bezeichnung der

eingeschalteten Anstalten, Zahl der Elemente, Rufzeichen, Dienststunden der Anstalten, eine Zeichnung des Verlaufes der Leitung, sowie des Stromlaufes im Amte vorfinden müssen. Diese Mappe findet ihren Platz in der offenen Lade des Apparattisches oder an der Schreibkonsole neben dem Fernsprechgehäuse.

III. Die Batterie.

Schränke und Gestelle für die Batterie. Die Batterieelemente werden gewöhnlich in einem flachen Holzschrank untergebracht, der in 5 Abteilungen je 7, im ganzen also 35 Elemente, faßt (Fig. 214). Der Schrank ist mit verschließbaren Glastüren versehen. Seine innern Wände müssen weiß angestrichen sein; sie sind stets recht rein zu halten, ebenso die Glasscheiben der Türen, damit die Elemente jederzeit auch ohne Öffnung der Türen genau besichtigt werden können. Die Türen sind stets verschlossen zu halten, um das Eindringen von Staub möglichst zu verhüten.

Die Anbringung des Schrankes erfordert besondere Sorgfalt. Er muß möglichst in oder nahe dem Betriebsraume an einem hellen Orte hängen. Seine Befestigung an der Wand soll sicher sein; er wird deshalb entweder an starken, ins Holz eingetriebenen oder fest ins Mauerwerk eingegipsten oder einzementierten Haken aufgehängt. Er darf ferner nicht so niedrig hängen, daß die Glasscheiben leicht einer Beschädigung ausgesetzt sind, jedoch auch nicht zu hoch, damit man bequem zu den obersten Reihen der Elemente gelangen kann.

Im Innern des Schrankes werden an den Seitenwänden Klemmen angebracht, um die Verbindung zwischen den einzelnen Reihen herstellen zu können.

Die Zuführungskabel zu den Polen der Batterie werden durch eine Seitenwand zu Klemmen im Innern des Schrankes geführt, an denen je ein Poldraht der Batterie endigt. Alle Klemmen sind je nach dem Pol, der mit ihnen verbunden wird, mit

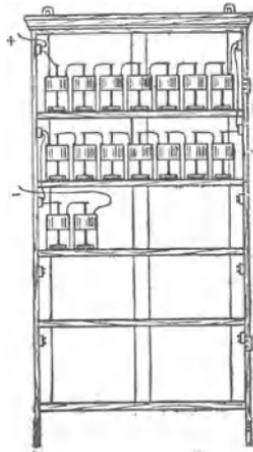


Fig. 214.
Batterieschrank.

„Kupfer“ oder „Zink“ zu bezeichnen. Enthält der Schrank mehrere Batterien, so wird den Endklemmen eine entsprechende Bezeichnung hinzugefügt.

Bei Telegraphenanstalten, deren Betrieb nicht mehr als 12 Elemente erfordert, und wo Raum erspart werden muß, kann ein kleiner Schrank angebracht werden, der in 3 Abteilungen je 4 Elemente faßt, im übrigen aber dem oben beschriebenen gleichartig eingerichtet ist.

Zur Aufstellung einer großen Anzahl von Elementen, die viele Schränke erforderlich machen würde, verwendet man gewöhnlich freistehende Fachwerke. Diese erhalten je nach örtlichem Bedürfnis die geeignete Größe. Im allgemeinen gelten bei Aufstellung der Batterien in Fachwerken dieselben Grundsätze, wie sie für die Unterbringung der Batterien in Batterieschränken mitgeteilt worden sind.

Die Fachwerke müssen in einem besonderen Batteriezimmer stehen, damit die der Verunreinigung durch Staub leicht ausgesetzten Elemente möglichst rein erhalten werden können. Ist kein besonderes Batteriezimmer vorhanden, so können auch im Betriebsraume selbst große Batterieschränke, die 100 bis 200 Elemente fassen, an den Wänden aufgestellt werden.

Die Mikrophonelemente für die Fernsprechgehäuse der kleinen Telegraphenanstalten mit Fernsprechbetrieb werden in der Regel in verschließbaren, flachen Holzkästchen (von etwa 27 cm Höhe und 25 cm Breite) dicht unter dem Gehäuse oder in der Nähe des Apparats an der Wand aufgehängt.

Niemals darf die Batterie in einem zu kalten Raume, wo die Flüssigkeit einfrieren könnte, ihren Platz erhalten. Ebenso wenig soll sich die Batterie in unmittelbarer Nähe des Ofens befinden, weil dadurch die Verdunstung der Flüssigkeit zu rasch vor sich ginge.

Die Sammler für den Telegraphenbetrieb werden entweder auf gewöhnlichen Batteriegestellen, die u. U. verstärkt werden, oder in besonderen Schränken aufgestellt; letzteres geschieht in solchen Fällen, wo zu befürchten ist, daß die Sammler allmählich verstauben.

Die Sammlerschränke sind größer wie die Schränke für primäre Elemente (2 m hoch, 1,2 breit und 0,28 m tief); sie sind innen mit säurebeständiger Farbe hell gestrichen. Sie enthalten drei

starke zweiteilige Einlagebretter und besitzen in der Decke einen aus Holzrahmen mit Drahtgazefüllung hergestellten Luftabzug.

Die Sammler werden in Reihen zu 10 Stück, im ganzen also bis zu 40 in einem Schrank, aufgestellt. Sammler mit Polklemmen können auch in 5 Reihen (ein Einlagebrett mehr) aufgestellt werden. Zur Isolierung der Zellen werden auf den Einlagebrettern der Länge nach je 2 Ebonitröhren befestigt. Zwischen den Zellen und der Rückwand des Schrankes bleibt soviel Raum, daß man eine kleine Lampe hinter die Zellen bringen kann.

Für größere Sammler werden entweder Bockgestelle oder Bodengestelle verwendet. Die Bockgestelle mit Füßen in A-Form sind für Zellen mittlerer Größe bestimmt, die in eine zur Besichtigung geeignete Höhe gebracht werden sollen. Die Bodengestelle bestehen aus zwei parallelen Balken, die durch Querhölzer verbunden sind; sie werden für große Zellen allgemein verwendet. Die Hölzer der Gestelle dürfen nur mit Holzpflocken, nicht mit metallenen Nägeln und Schrauben zusammengefügt werden. Die Gestelle werden zweimal mit säurefestem Lack gestrichen.

Um den unteren Teil des Schrankes oder Gestelles ist durch aufgenagelte Latten ein flacher Behälter herzustellen, der nach Auskiten der Fugen und Streichen mit säurebeständiger Farbe im stande ist, bei etwaigem Zerspringen einer oder mehrerer Sammlergefäße die auslaufende Säure zurückzuhalten. Unter die Füße der Schränke oder Gestelle kommt eine säurebeständige Unterlage von genügender Dicke.

Sammlerraum. Räume, in denen viele Sammlerzellen aufgestellt werden, sind besonders für ihren Zweck herzurichten. Sie erhalten einen Bodenbelag aus Gußasphalt, der nach Beseitigung der Fußleisten und des Verputzes 6—10 cm an den Wänden emporzuführen ist. Die Wände und die Decke sind mit säurefester Farbe zu streichen. Die Füße der Schränke und Gestelle werden nicht auf den Asphaltbelag gestellt; vielmehr werden in letzteren säurefeste Platten (z. B. Mettlacher Fliesen) eingelassen; auf diese legt man zur Isolation Glasplatten mit einer Bleiunterlage. Bei Bodengestellen kommen auf die eingelassenen Platten paraffinierte Holzklötze und darauf die Glasplatten. In feuchten Räumen verwendet man statt der glatten Glasplatten solche mit Abtropfkante (stets auf paraffinierten Holzklötzen).

Die Sammlerräume sind gut zu lüften. Zur Beleuchtung darf nur elektrisches Glühlicht (mit eingeschlossenem Leuchtkörper, keine Nernstlampen) verwandt werden.

Die Zahl der Elemente. In Ruhestrom- und Arbeitsstromleitungen finden in der Regel Kupferelemente Verwendung; ihre Anzahl wird nach folgenden Regeln bestimmt:

In jeden Stromkreis einer Ruhestromleitung werden eingeschaltet:

1. für je 5 km Leitungslänge 1 Element,
2. für jeden Satz Apparate 9 Elemente.

Von der sich ergebenden Summe werden zunächst je 10 Elemente für jede Endanstalt bestimmt, die übrigen sind nach Verhältnis der Entfernungen auf die anderen Anstalten zu verteilen. Kleinere Anstalten, die in geringer Entfernung von Nachbaranstalten in eine Ruhestromleitung eingeschaltet sind, können nach Bestimmung der Oberpostdirektion ohne Batterie belassen werden. Die entsprechende Anzahl Elemente wird dann auf die größeren Nachbaranstalten verteilt.

In Arbeitsstromleitungen werden benutzt:

Auf je 70 Ohm Widerstand der Leitungen einschl. der Apparate 1 Element.

Der Widerstand der Außenleitung wird durch Messung ermittelt; der Widerstand jeder Zimmerleitung (einschließlich Blitzableiter, Taste und Galvanoskop) wird durchschnittlich zu 30 Ohm gerechnet. Dazu treten die bekannten Widerstände der beim Telegraphieren in den Stromkreis eingeschalteten Elektromagnetenrollen der Schreibapparate.

Die Zahl der Elemente wird so festgesetzt, daß sie durch 10 teilbar ist und mindestens 20 beträgt.

Bei einem Gesamtwiderstande

bis zu 1400 Ohm besteht also die Batterie aus 20 Elementen							
von 1401—2100	-	-	-	-	-	-	30
- 2101—2800	-	-	-	-	-	-	40
- 2801—3500	-	-	-	-	-	-	50
- 3501—4200	-	-	-	-	-	-	60
- 4201—4900	-	-	-	-	-	-	70
- 4901—5600	-	-	-	-	-	-	80
- 5601—6300	-	-	-	-	-	-	90
- 6301—7000	-	-	-	-	-	-	100

Für einen Ortsstromkreis, in dem ein Normalfarbschreiber mittels Relais betrieben werden soll, genügen 6 Elemente, die hintereinander zu schalten sind.

Kohlenelemente werden hauptsächlich im Fernsprechbetriebe, und zwar im Mikrophonstromkreise, benutzt. Werden Leitungen aus Sammlerbatterien gespeist, so ist statt je zweier Kupferelemente eine Sammlerzelle zu rechnen.

Zum Betriebe einzelner Wecker können Kohlenelemente benutzt werden, und zwar reichen für einen Ortsstromkreis 4 bis 6 Elemente aus.

Die Schaltung der Batterie. 1. In der Regel, besonders bei Ruhestromleitungen, sind die Elemente hintereinander zu schalten, sodaß also der Zinkpol jedes Elementes mit dem Kupferpol des nächsten Elementes verbunden ist.

Bei allen Ruhestromleitungen ist der Kupferpol der Batterie mit dem Leitungszweige zu verbinden, der zu dem am meisten westlich gelegenen Endamte derselben Leitung führt. Das westliche Endamt hat dementsprechend Kupfer an Erde, das östliche Zink an Erde, jedes Zwischenamt nach dem westlich belegenen Endamte hin Kupfer, nach dem östlich belegenen Endamte hin Zink an Leitung. Diese Schaltung ist notwendig, damit die über die Leitung verteilten verschiedenen Batterien zusammen wie eine einzige große Batterie arbeiten, der Strom mithin in der ganzen Leitung nach derselben Richtung (von Osten nach Westen) fließt.

Für Leitungen, die mit Arbeitsstrom betrieben werden, sind in der Regel die Batterien mit Zink an die Leitung, mit Kupfer an Erde zu legen.

2. Auf den Endämtern, von denen mehrere Leitungen ausgehen, sowie auf den Zwischenämtern mit Arbeitsstrom wird nicht immer für jede Leitung eine besondere Batterie benutzt. Die kleineren Batterien werden vielmehr von der für die längste Leitung erforderlichen Batterie abgezweigt, da hierdurch an Batteriematerial gespart wird.

Sind z. B. drei Leitungen von solchem Widerstand vorhanden, daß zu ihrem Betriebe drei Batterien von 60, 40 und 20 Elementen notwendig wären, so stellt man nur eine Batterie von 60 Elementen auf. Bei dem 20. Element geht ein besonderer Poldraht für die kleinste, und bei dem 40. Element ein Poldraht für die mittlere

Leitung ab, wie die Fig. 215 schematisch andeutet. Die Batterie liegt mit dem Kupferpol an Erde. Vom Zinkpol des 20., 40. und dem Endpol der Batterie führen die Poldrähte zu den Tasten. Mehr als 5 Leitungen für Morsebetrieb dürfen nicht von einer Batterie aus Kupferelementen gemeinschaftlich betrieben werden. Als gemeinschaftliche Batterie aller Leitungen eines Telegraphenamtes ist besonders eine Sammlerbatterie geeignet.

In Ruhestromleitungen mit gleicher Richtung kann man natürlich nur auf Endämtern die Batterie von 10 Elementen gemein-

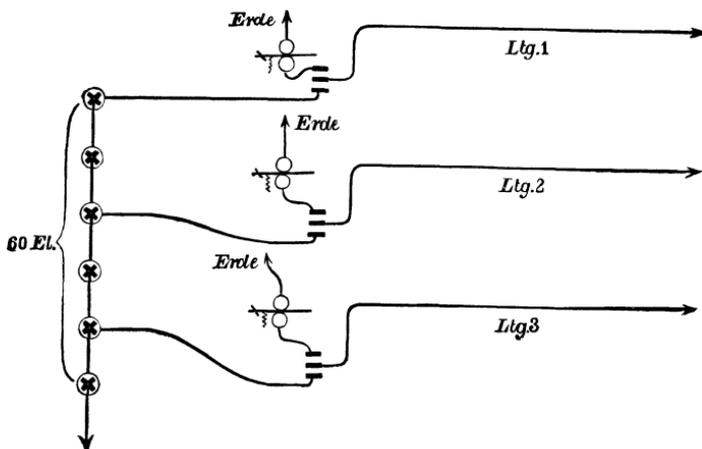


Fig. 215.
Gemeinsame Batterie.

schaftlich benutzen, auf den Zwischenämtern aber nicht, weil die Batterie ein Zwischenglied der Leitung bildet.

In den Mikrophon-Stromkreis der Fernsprechgehäuse für Telegraphenbetrieb werden in der Regel 2 Kohlenelemente (nasse oder Trockenelemente) hintereinander geschaltet.

Bemessung der Ladebatterie für Sammler, die aus Kupferelementen gespeist werden; vgl. S. 87 und Fig. 77, S. 91. Aus der Formel auf S. 89 ergibt sich

$$E_L = E_B + J(W_B + W_S).$$

E_B ist die Spannung der zu ladenden Sammler; ist deren Zahl = m , so ist $E_B = 2,2 \cdot m$. J ist aus der Zahl der Leitungen und ihrer Betriebsweise zu ermitteln. W_B ist der Widerstand der Ladebatterie, welche x Elemente hintereinander und n neben-

einander enthält; jedes Element zu 4 Ohm gerechnet, ergibt dies $W_B = \frac{4x}{n}$ Ohm. W_S ist der Widerstand des Galvanometers, eines Meßwiderstandes oder dgl.; meist ist W_S so klein, daß man es nicht zu beachten braucht; wir lassen es bei der weiteren Rechnung weg. Es ist demnach

$$E_L = 2,2 \cdot m + J \cdot \frac{4x}{n}.$$

Da nun ein Kupferelement gleich 1 Volt gerechnet wird, so ist auch $E_L = x$, woraus sich ergibt

$$x = \frac{2,2mn}{n - 4J}.$$

Es mögen z. B. bei der Anlage nach Fig. 77 zu speisen sein:

Volt	Leitungen für Arbeitsstrom						Ruhestrom	Strom	
	Hughes		Morse		Klopfer		Morse	einzeln	zusammen
	o.	u.	o.	u.	o.	u.	o.	Milliampere	
+ 160		1						2,5	2,5
+ 140		1						2,5	5,0
+ 80			2		1			7,5	12,5
+ 60		1	2		2			12,5	25
+ 40		1	5		2			20,0	45
+ 20			1	1	2		6	112,0	157
- 20				1			3	53,5	53,5

Der Einfachheit wegen ist für alle Arbeitsstromleitungen der Strom, welcher der Sammlerbatterie zuzuführen ist, mit 2,5 Milliampere angesetzt. Für genauere Rechnungen gibt es eine Tafel, die die Zahlen für sämtliche Betriebsarten enthält. Die Ruhestromleitungen sind mit 17 Milliampere Ladestrom zu veranschlagen. Um nun die gesamte, jeder Gruppe der Sammlerbatterie zuzuführende Stromstärke zu berechnen, ist in der vorletzten Spalte angegeben, wie viel Strom eine Gruppe mehr als die vorangehende erhalten muß, woraus sich durch Addition die letzte Spalte ergibt. Wie man sieht, sind diese Ströme sehr ungleich. Für die beiden obersten Spannungen ist eine Sammlerbatterie nur aufgestellt worden, weil es sich um die Speisung von zwei Hughes-Kabelleitungen handelt, deren guter Betrieb eine Batterie von geringem Widerstande verlangt. Sonst hätte man nur 40 Sammlerzellen

gewählt und für die beiden längsten Leitungen eine Batterie aus Kupferelementen vorgeschaltet.

Für die Ladung teilt man die Batterie in Gruppen ein; hier sind zwei Gruppen gebildet worden, jede von 40 Zellen. Für die obere Gruppe ist

$$E_L = 2,2 \cdot 40 + 0,005 \cdot 4x = 88 + 0,02 \cdot x,$$

wobei $n = 1$ (einfache Ladereihe) angenommen wird. Doppelte Ladereihe wird erst bei Strömen von mindestens 60 Milliampere nötig. Da E_L die Spannung der x Elemente ist, von denen jedes 1 Volt hat, so ist $E_L = x$ und

$$x = 88 + 0,02 \cdot x$$

oder

$$0,98x = 88$$

d. h.

$$x = \frac{88}{0,98} = \text{rund } 90.$$

Für die untere Gruppe würde die gleiche Formel 220 Elemente ergeben, was aber für die oberen Zellen dieser Gruppe ersichtlich zu viel wäre. Nimmt man an, die Batterie müßte für die untere Hälfte dieser Gruppe ausreichen, d. h. wenn der Ladeschalter auf dem dritten Knopf steht, so ist

$$E_L = 2,2 \cdot 20 + 0,157 \cdot 4x = 44 + 0,63x,$$

woraus ebenso wie oben

$$x = 119 \text{ oder rund } 120.$$

Steht der Umschalter auf dem 1. oder 2. Knopf, so ergibt sich der Ladestrom nach der Formel auf Seite 89 zu 0,08 bez. 0,12 A, demnach hoch genug, um ausreichende Ladung zu sichern.

Ebenso berechnet man die Ladebatterie III zu $28 = \text{rd } 30$ Elementen.

Die Ladebatterie für Mikrophonsammler wird aus n nebeneinander geschalteten Reihen zu 3 Kupferelementen gebildet. n ist gleich

$$\frac{10i}{0,8 - 0,1 \cdot i}$$

Sicherheitsvorkehrungen. Schließt man eine Sammlerbatterie kurz, so entsteht ein so starker Strom, daß einerseits die Zellen darunter leiden, andererseits auch der Stromvorrat rasch erschöpft wird. Man hat deshalb dafür gesorgt, daß zu hohe Stromstärken nicht auftreten können.

Bei den älteren Anlagen wurde dies dadurch erreicht, daß in die von der Batterie abzweigenden Leitungen Sicherheitswiderstände eingeschaltet wurden, die für jedes Volt Spannung der Batterie 1 Ohm betragen; der Strom konnte demnach nie über 1 Ampere steigen. Diese Widerstände bestanden meist aus dünnem Widerstandsdraht, der mit Seide umspinnen und auf einem mit Seidenband umwickelten Messingrohr aufgewickelt war. Die Sicherheitswiderstände wurden auf geeigneten Schaltbrettern befestigt, auf denen sich zugleich Messingschienen und Abzweigmessingklammern zur Heranführung der Batterieleitungen und der vom Umschalter kommenden Leitungen befanden. In die Erdleitung der Sammlerbatterie wurde ein Relais von 0,5 Ohm Widerstand eingeschaltet, welches so eingestellt war, daß es bei 1 Ampere den Kreis einer Ortsbatterie schloß, die einen Wecker in Tätigkeit setzte. Kurzschlüsse wurden auf diese Weise sofort gemeldet.

In neuerer Zeit hat man zur Sicherung der Batterien Schmelzsicherungen verwendet. Unmittelbar bei der Sammlerbatterie wird in jede von dort abführende Leitung eine Schmelzsicherung für 6 A, in die Erdleitung eine solche für 10—12 A eingeschaltet. Diese Sicherungen sind von der in der Starkstromtechnik allgemein üblichen Form; sie unterbrechen den Stromkreis bei dem doppelten Betriebsstrom. In der Nähe der Batterieumschalter endigen die von der Batterie kommenden Zuführungsleitungen an Klemmen oder Abzweigeschienen. In jede von dort abzweigende Leitung wird eine Grobsicherung der in Fig. 209 dargestellten Form, die den Strom bei 3 A unterbricht, eingeschaltet; die Schmelzpatronen dieser Sicherungen enthalten keine Schmirgelfüllung. Erreicht der Strom eine unzulässige Höhe, so schmilzt nur die im Betriebsraum befindliche Sicherung durch, die bequem ersetzt werden kann. Die im Batterieraum angebrachten Sicherungen treten nur bei Fehlern in den Zuführungsleitungen in Tätigkeit.

In die vom Batterieumschalter ausgehenden Batteriezuleitungen werden Widerstände und Feinsicherungen der in Fig. 208 dargestellten Art eingeschaltet. Auf einer Widerstandsrolle von 20 Ohm für Spannungen bis 20 Volt oder von 120 Ohm für die höheren Spannungen sind Federn der Art, wie sie aus Fig. 206 und 207 zu ersehen sind, angebracht; dazwischen wird die Feinsicherungspatrone eingeschoben. Die letztere enthält weniger

Widerstandsdraht und verträgt einen etwas höheren Strom als die auf Seite 233 besprochene.

Die Zahl der Leitungen, die auf eine Spannungs-Abzweigung der Sammlerbatterie gelegt werden dürfen, beträgt bei der älteren Einrichtung mit Sicherheitswiderständen: bis zu 10 oberirdische oder 5 unterirdische Morse- oder Klopferleitungen, 5 oberirdische oder 3 unterirdische Hughesleitungen, im Gegensprechbetriebe, ober- oder unterirdisch, stets nur eine, ebenso bei Kabelleitungen, die mit Induktanzrollen ausgerüstet sind.

Bei Anlagen mit dreifachen Schmelzsicherungen ist die Zahl der Leitungen, die von einer Spannungsklemme abgezweigt werden dürfen, unbegrenzt.

IV. Der Apparatstisch und die zugehörigen Apparate.

Die Einrichtung der Tische. Die Apparatstische sind für je 1 Apparat oder für 4 Apparate hergerichtet. Die Länge des Tisches für 1 Apparat beträgt 1 m, die Breite 0,65 m, die Höhe 0,78 m.

Die Tische zur Aufnahme von 4 Apparaten sind 2 m lang, 1,15 m (neuerdings auch 1,05 m) breit und 0,78 m hoch. Sie

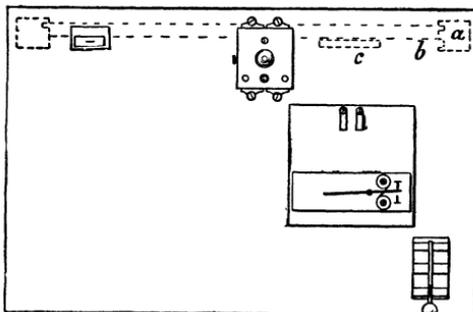


Fig. 216.

Aufstellung der Morseapparate.

werden auf Ämtern benutzt, wo entweder mehr als 3 Apparate vorhanden sind, oder eine Vermehrung der Apparate in Aussicht steht.

Die Gruppierung der Apparate auf den Tischen. Die zum Betriebe der Leitung erforderlichen Apparate müssen auf dem Tische so gruppiert werden, daß

sie bequem übersehen und gehandhabt werden können, und daß dem Beamten zum Aufnehmen der Telegramme genügende Beweglichkeit bleibt.

In der Fig. 216 ist angedeutet, wie z. B. ein Satz Apparate, Farbschreiber, Taste, Plattenblitzableiter und Galvanoskop zweckmäßig aufzustellen sein würde.

Fig. 217 zeigt die Anordnung eines Satzes Klopperapparate. Der Blitzableiter ist fortgelassen, weil Klopper in der Regel nur bei größeren Ämtern im Betriebe stehen und bei diesen die Blitzableiter nicht auf den Tischen, sondern auf einem besonderen pultförmigen Schranke oder auf einer Wandkonsole aufgestellt werden. K = Klopper mit Schallkammer; das Galvanoskop steht in der Mitte der hinteren Tischleiste, die Taste rechts davon. Die Schallkammer erhält neuerdings einen verstellbaren Fuß, vgl. Seite 140.

Der Fuß a des Tisches für 1 Apparat (Fig. 216) enthält an der Seite b zur Aufnahme des Bleirohrkabels eine Auskehlung, die mit einer Leiste bedeckt wird. Die Auskehlung wird benutzt, wenn die Bleirohrkabel vom Fußboden aufwärts herangeführt werden.

An der innern Seite der Tischzarge bei c befindet sich eine hölzerne aufgeschraubte Leiste mit Doppelklemmen, an denen die Adern der Bleirohrkabel befestigt werden. Werden die Bleirohrkabel nicht von unten herauf durch den Tischfuß geführt, so wird die Leiste mit den Doppelklemmen an der Außenseite der Zarge befestigt.

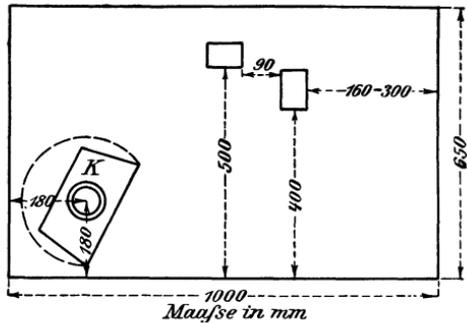


Fig. 217.

Aufstellung des Kloppers.

Fernsprechgehäuse erhalten ihren Platz an einer gut beleuchteten Stelle der Zimmerwand. Sie müssen sicher befestigt werden, damit sie durch das Drehen der Induktorkurbel nicht erschüttert werden und herabfallen können. Dicht neben dem Gehäuse bringt man für das Aufnehmen der Telegramme eine einfache hölzerne Wandkonsole an, die auch die Blitzschutzapparate aufnehmen kann, wenn sie sich in nächster Nähe der Leitungseinführung befindet.

Zur Verbindung der Apparate unter sich und mit den Klemmen der Leiste wird blanker Kupferdraht von 1,5 mm Durchmesser benutzt. Wo örtliche Verhältnisse, z. B. sehr feuchte Diensträume, sehr nebliges Klima, es erforderlich machen, werden die Tischleitungen auch in isoliertem Drahte ausgeführt.

Die Tischverbindungen werden an der unteren Fläche der Tischplatte hergestellt. Sind Kreuzungen der Drähte nicht zu vermeiden, so wird zu beiden Seiten des einen an der Tischplatte fortlaufenden Drahtes je ein Holzklötzchen von etwa 3 cm Höhe und Breite sowie der erforderlichen Länge festgeschraubt und der andere Draht über die Klötzchen weg geführt. Die Klötzchen sind mindestens 2—3 cm von einander entfernt zu halten. In Entfernungen von etwa 30 cm sind die Drähte durch Drahtklammern (Reiter) aus 2 mm starkem hartem Messingdraht, die in die Platte eingeschlagen werden, fest zu legen. Wo ein Draht zu einer Klemme geführt werden soll, biegt man den Draht mit der Formzange zu einer passenden Öse; auch läßt man etwas Vorrat für eine neue Öse übrig.

Aufstellung der Tische. Ein einfacher Apparattisch wird am besten mit der Längsseite nach dem Fenster zu aufgestellt. Sind zwei Apparattische vorhanden, so kann man diese mit der Längsseite gegeneinander stellen und zwar so, daß die Querseite dann dem Fenster zugewendet ist. Vier Tische können zu einem Tisch in ähnlicher Weise vereinigt und aufgestellt werden. Die vierteiligen Apparattische werden ebenfalls mit ihrer schmalen Seite der Fensterwand zugekehrt.

Die Befestigung der Apparate auf dem Tische. Von den auf dem Tische aufzustellenden Apparaten wird nur die Taste mit Holzschrauben befestigt, und zwar genügen zur Befestigung zwei Schrauben, die an zwei entgegengesetzten Ecken der Grundplatte eingezogen werden.

Zur festen Aufstellung des Galvanoskopes genügen die Zuleitungsdrähte, ebenso für den Platten-Blitzableiter.

Relais und Schreibapparat werden auf der Tischplatte nicht festgeschraubt, sondern es werden nur die Standorte für beide durch Holzschrauben, die man in die Tischplatte einsetzt, unverrückbar festgestellt. Für das Relais verwendet man zwei Holzschrauben ohne Köpfe, für den Schreibapparat werden an den Endpunkten der Diagonale des Untersatzes zwei Holzschrauben mit halbkugelförmigen Köpfen in die Tischplatte geschraubt, so daß die Köpfe vorstehen. Die hölzernen Bodenteile des Apparates erhalten an den entsprechenden Stellen zur Aufnahme der Schraubenköpfe Vertiefungen, so daß der Apparat nicht verschoben werden kann.

V. Die Erdleitung.

Der elektrische Strom erfordert nicht allein eine Hinleitung von einem Endamt zum andern, sondern auch eine Rückleitung, d. h. die wirkenden Batterien müssen in einem vollständig geschlossenen Kreise liegen, sodaß der Strom von einem Pole der Batterie aus durch die Leitung und wieder zurück zum andern Pole der Batterie fließen kann. Diese Rückleitung braucht aber nicht in einer Drahtleitung zu bestehen, sondern es reicht dazu das feuchte Erdreich aus.

Wenn auf jedem Endamt die Drahtleitung mit stets feuchtem Erdreich in inniger, gut leitender Verbindung steht, so wirkt die zwischen diesen Verbindungsstellen vorhandene feuchte Erde in derselben Weise, als wenn eine vollständige und gute Rückleitung aus Draht vorhanden wäre.

Es ist ferner erforderlich, daß auf jedem Amt, also auch auf den Zwischenämtern, ein Weg zur Erde vorhanden ist, durch den sich die atmosphärische Elektrizität mittelst des Blitzableiters entladet.

Der Zweck der Erdleitung ist also ein zweifacher, und zwar: erstens dem Strom für die Rückleitung den Weg zu bieten, und zweitens die sich in die Leitung entladende atmosphärische Elektrizität oder Rückschläge ohne Beschädigung der Apparate zur Erde zu führen.

Beide Zwecke werden nur dann erreicht, wenn die Elektrizität aus der Erdleitung unmittelbar in stets feuchtes Erdreich übergehen kann, und wenn auf diesem Wege der strömenden Elektrizität geringer Widerstand geboten wird.

Deshalb ist auf den Ämtern der Anlage der Erdleitung ganz besondere Sorgfalt zu widmen und für den Endpunkt der Erdleitung womöglich das Grundwasser aufzusuchen.

Ist das Grundwasser in unmittelbarer Nähe des Amtes nur mit Aufwendung sehr bedeutender Kosten zu erreichen, und ist auch fließendes Wasser oder ein Brunnen nicht vorhanden, in den die Erdleitung versenkt werden kann, so ist mit der Erdleitung ein gewöhnlicher Leitungsdraht zu verbinden, der an dem Telegraphengestänge bis zu dem Punkte geführt wird, wo das Grundwasser in nicht zu großer Tiefe unter der Erdoberfläche ansteht, oder wo fließendes Wasser vorhanden ist.

In der Regel wird sich in unmittelbarer Nähe des Amtes eine geeignete Erdleitung herstellen lassen, die beiden Zwecken genügt.

Ist, wie vorhin erwähnt, das Grundwasser entfernt vom Amte zu benutzen, so muß für den Blitzableiter eine besondere Erdleitung hergestellt werden, die auf möglichst kurzem Wege wenigstens bis in eine feuchte Erdschicht zu leiten ist. Diese Erdleitung ist mit der andern innerhalb der Diensträume in gut leitende Verbindung zu setzen. Ist eine Wasser- oder Gasleitung vorhanden, so muß die Erdleitung auch mit diesen verbunden werden.

Wo Zentralheizung vorhanden ist, werden auch die nächsten Heizröhren mit der Erdleitung verbunden.

Die Erdleitung wird aus einem von mindestens 4 verzinkten 4 mm starken Leitungsdrähten gebildeten Seil hergestellt.

Das in der Erde liegende Ende besteht in der Regel aus einem mehrfach gewundenen Drahttringe.

Das Drahtseil wird durch die Mauer (u. U. durch die Einführung neben dem Ebonitrohr) in das Amt geführt. Nach außen hin ist die der Mauer entlang geführte Erdleitung durch eine Deckleiste oder einen Deckkasten zu schützen. Das ganze Seil, ausschließlich des Ringes, der als Erdplatte dient, ist gut zu asphaltieren. Einlassen in das Mauerwerk oder Verputzen des Seiles ist nicht zulässig.

In Gegenden, wo das Grundwasser schwer zu erreichen ist, z. B. auf Hochflächen mit felsigem Untergrunde, leistet auch eine Erdleitung aus Bleidraht in Koksschüttung gute Dienste. Zu dem Zweck wird ein 8 bis 10 mm starker Bleidraht möglichst tief in eine feuchte Erdschicht hinabgeführt und dort in einen Ring von etwa 1 m Durchmesser zu 5 bis 6 Lagen aufgeschossen. Der Ring wird allseitig mit Koks umpackt. Ist eine feuchte Erdschicht etwa wegen des felsigen Bodens nicht erreichbar, so legt man Bleidraht von 10 bis 15 m Länge gestreckt oder in Form eines großen Kreises oder der Ziffer 8 in einem 50 cm tiefen Graben aus und umgibt ihn in seiner ganzen Länge mit Koks. Der Bleidraht wird in der Regel nicht unmittelbar in das Innere des Gebäudes eingeführt, sondern in geringer Höhe über dem Erdboden mit einem vierfachen Eisendrahtseile gut verlötet, das dann als Fortsetzung bis in das Apparatzimmer hinein dient.

Im Innern des Dienstraumes wird mit dem Drahtseil die Kupferseele eines einadrigen Bleirohrkabels sorgfältig verlötet. Dieses Bleikabel führt dann weiter bis zu den Erdklemmen am Tisch oder am Blitzableiter.

Die vorstehend beschriebene Erdleitung wird bei Telegraphenanstalten mit nicht mehr als vier Leitungen (Arbeitsstrom oder Zwischenanstalten mit Ruhestrom) angewendet. Die übrigen Telegraphenanstalten erhalten eine Erdleitung aus Gasrohr, das 1 m tief in das Grundwasser eingeführt wird; der aus der Erde ragende Teil wird mit Asphaltteer bestrichen.

Das Gasrohr besitzt einen äußeren Durchmesser von etwa 3 cm und eine Wandstärke von 5 mm. Verbindungen der Rohre unter einander müssen gut verlötet sein.

Das Gasrohr endet im Apparatzimmer und wird durch Verlötung mit einem einadrigen Bleirohrkabel verbunden.

Bei Telegraphenämtern mit Hughesbetrieb wird eine Erdleitung aus Gasrohr mit angesetzter Bleiplatte verwendet.

Statt des Gasrohres werden zuweilen zwei vieradrige Bleirohrkabel mit einem 1 m langen Stück Eisenbahnschiene verwendet; die Kabelseelen werden an die Schiene angelötet.

Lötstellen außerhalb der Gebäude werden mittels Hartlots hergestellt.

Für unterirdische Leitungen wird stets eine besondere Erdleitung angelegt.

Siebzehnter Abschnitt.

Telegraphenschaltungen.

I. Schaltungsarten.

1. Reihen- oder Hintereinanderschaltung. Der einfache, unverzweigte Stromkreis enthält die Stromquelle, die Leitung und die Apparate sämtlicher Ämter in einer Reihe hintereinander (Fig. 218). Die Stromstärke ist (abgesehen von den etwaigen Ableitungsverlusten, vgl. S. 260) an allen Stellen die gleiche. Die Stromquelle hat nur die Stromstärke für einen Apparat zu erzeugen.

2. Zweig- oder Nebeneinanderschaltung, auch Brücken- oder Parallelschaltung. Die Ämter sind mit ihren Zuführungen zwischen gemeinsame Leitungen oder zwischen die gemeinsame Leitung und Erde geschaltet (Fig. 219), Schaltung für Sp-Leitungen. Der Strom verzweigt sich; die Stromquelle hat das Mehrfache des Stromes für ein Amt zu erzeugen.

3. Wahlschaltung. Durch einen beweglichen Apparat, Taste, Umschalter, Relaiszunge u. dgl. wird einer von zwei Stromwegen geschlossen, während der andere geöffnet wird. Der Stromkreis ist seiner Anlage nach verzweigt; in jedem Augenblick wird aber

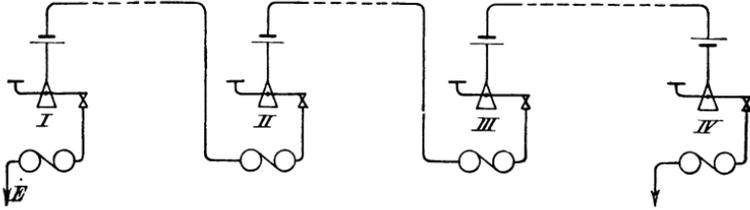


Fig. 218.

Ruhestromschaltung, einfacher Stromkreis.

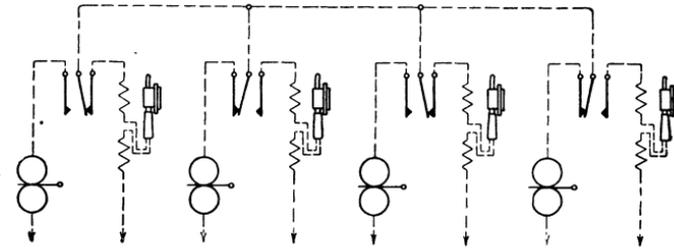


Fig. 219.

Zweigschaltung, Sp-Leitung.

ein unverzweigter Kreis hergestellt, indem die übrigen Teile außer Tätigkeit treten (vgl. Fig. 221).

4. Gemischte Schaltung. In vielen Fällen werden in einer Anlage mehrere Schaltungsarten gleichzeitig verwandt. Die Schaltung der Sp-Leitungen nach Fig. 219 ist z. B. keine reine Parallelschaltung, weil jedes Amt für sich Wahlschaltung hat (Fig. 243). In der Arbeitstrom-Leitung (Fig. 221) hat jedes Amt für sich Wahlschaltung, die Ämter liegen in Reihe.

II. Betriebsarten.

Wird in eine Leitung zum Zweck, ein telegraphisches Zeichen hervorzubringen, Strom gesandt, d. i. mit dem Strom gearbeitet, so spricht man von Arbeitsstrom. Wird das Zeichen durch Stromunterbrechung hervorgebracht, d. i. fließt zur Zeit der Ruhe Strom in der Leitung, so nennt man dies Ruhestrom.

Obgleich diese Betriebsweisen einander auszuschließen scheinen, gibt es doch eine Vereinigung beider, den amerikanischen Ruhestrom; zur Zeit der Ruhe hat man Ruhestrom, beim Arbeiten aber Arbeitsstrom.

Im nachstehenden werden diese Schaltungen für das Morse-system beschrieben.

Die **Ruhestromschaltung** wird durch Fig. 218 dargestellt; es ist ein einfacher Stromkreis, vgl. oben. Zur Zeit der Ruhe fließt der Strom in der Leitung; wird, um ein Zeichen hervorzubringen, eine Taste gedrückt, so verschwindet der Strom auf allen Ämtern gleichzeitig. Für alle Ämter zusammen reicht eine Batterie aus, welche aus später anzugebenden Gründen auf die Ämter verteilt wird. Sie ist bei gleicher Leitungslänge nicht wesentlich größer als eine der beiden (oder mehreren) Arbeitsstrombatterien (Fig. 221). Der Stromverbrauch findet aber während der ganzen Zeit, außer

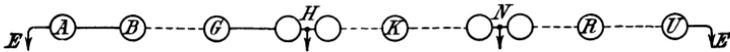


Fig. 220.

Omnibusleitung.

den Pausen für die Zeichengebung, statt. Da aber der Austausch von Nachrichten zwischen zwei beliebigen Ämtern die ganze Leitung mit allen Ämtern beanspruchen würde, so pflegt man in einen Stromkreis nur etwa 8 Ämter zu legen. Will man eine größere Zahl in einer Ruhestromleitung vereinigen, so zerlegt man letztere in Abschnitte, vgl. Fig. 220. Die Ämter A bis H liegen im ersten Abschnitt, H bis N im zweiten, N bis U im dritten und letzten. A und U sind Endämter, H und N Trennämter, die übrigen Zwischenämter. H und N sind so eingerichtet, daß sie nach beiden Seiten sprechen können. Will z. B. B mit K sprechen, so muß H die Verbindung des ersten und zweiten Abschnitts herstellen, Durchsprechstellung nehmen.

Die **Arbeitsstromschaltung** zeigt Fig. 221. Zur Zeit der Ruhe sind nur die Apparate in einfacher Reihenschaltung mit der Leitung verbunden. Drückt man, um ein Zeichen zu geben, die Taste, z. B. auf Amt I, so wird der Apparat I aus-, die Batterie I aber eingeschaltet (Wahlschaltung); letztere liefert nun Strom durch die Leitung nach Amt II. Jedes der beiden (oder auch mehreren) Ämter muß eine Batterie haben, die allein für die ganze Leitung

ausreicht. Der Stromverbrauch beschränkt sich auf die Zeit der Zeichengebung.

Beim **amerikanischen Ruhestrom** (Fig. 222) hat man einfachen Stromkreis. Die Apparate liegen aber nicht am Ruhe-, sondern am **Arbeitskontakt** der Taste; die Unterbrechungsstelle des letzteren wird zur Zeit der Ruhe durch einen Kontakthebel überbrückt, so daß Ruhestrom herrscht. Will man telegraphieren,

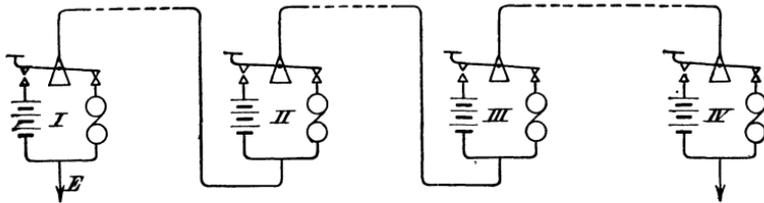


Fig. 221.

Arbeitsstromschaltung.

so wird der Kontakthebel entfernt, und man kann nun Zeichen mit Arbeitsstrom geben.

Anwendung der verschiedenen Betriebsarten. Der einfache Ruhestrom ist die beste Art, mehrere Ämter in eine Leitung einzuschalten. Man braucht am wenigsten Batterie und hat den einfachsten Betrieb. Er wird deshalb benutzt, um viele Ämter klei-

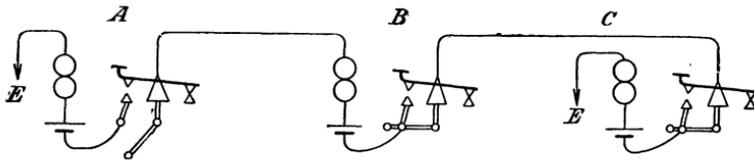


Fig. 222.

Amerikanischer Ruhestrom.

neren Umfangs und von geringerer gegenseitiger Entfernung zu verbinden (Omnibusleitungen).

Arbeitsstrom verwendet man bei der Verbindung weniger Ämter von großem gegenseitigen Abstand. Bei großen Entfernungen ist die Zeichengebung durch Arbeitsstrom zuverlässiger. Es gibt nur Endämter und Trennämter.

Der amerikanische Ruhestrom, der in Deutschland wenig verwendet wird, bezweckt, den Unterschied im Anschlag der Apparate (besonders der Klopfer), der zwischen Ruhe- und Arbeitsstrom

besteht, zu beseitigen. Denn während des Arbeitens benutzt man Arbeitsstrom, und die Apparate schlagen ebenso an, wie bei gewöhnlichem Arbeitsstrom.

Stromläufe. Die Darstellung der Verbindungen zwischen Gebe- und Empfangsapparat und den Nebenapparaten nennt man Stromlauf. Man kann sich darauf beschränken, nur die elektrischen Verhältnisse des Stromkreises darzustellen, wie dies in den Fig. 218, 221 und 222 geschehen ist, oder man kann auch (Fig. 223)

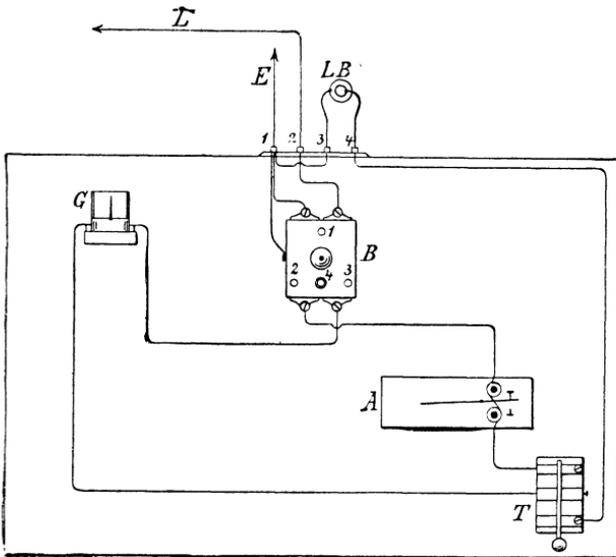


Fig 223.

Endstelle in einer Arbeitsstromleitung.

die Apparate in solcher gegenseitigen Lage zueinander zeichnen, wie sie aufgestellt werden. Die erstere Darstellung ist für die Verfolgung der elektrischen Vorgänge bequemer wie die zweite; letztere dagegen ist erforderlich für die praktische Ausführung, für die Aufstellung der Apparate, Prüfung der Richtigkeit einer Aufstellung u. dgl.

Anordnung der Batterien in der Leitung. Bei Arbeitsstrom ist der Batterie eine bestimmte Stelle in der Schaltung zugewiesen; sie muß unter dem Arbeitskontakt liegen. Daher muß jedes Amt seine eigene Batterie haben, und ihre Größe ist dadurch gegeben, daß sie für die ganze Leitung ausreichen muß.

Bei Ruhestrom dagegen können wir für die Batterie denjenigen Platz auswählen, der aus anderen Gründen der beste ist. Es mag z. B. zweckmäßig erscheinen, die ganze Batterie auf dem einen Endamt zu vereinigen, wie in Fig. 224 dargestellt; der Vorteil wäre, daß die anderen Ämter keine Mühe auf Batterieunterhaltung zu verwenden hätten, vielmehr läge letztere in einer Hand.

Allein betrachten wir, was nun geschieht, wenn z. B. Amt IV nach I telegraphieren will. Längs der Leitung findet, wie wir wissen, ein gewisser Stromverlust statt, welcher durch die angelegten Ableitungen dargestellt wird. Der Anfangstrom i_a ist höher

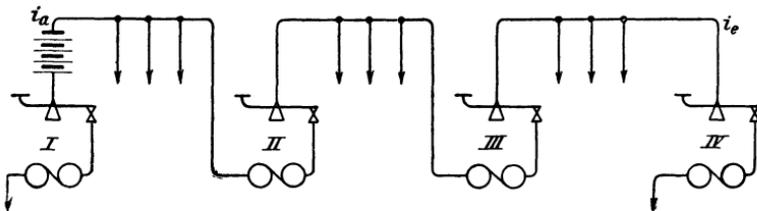


Fig. 224.

Ruhestromschaltung, Einfluß der Ableitung.

als der Endstrom i_e . Der Unterschied ist das, was über die Isolationsfehler zur Erde fließt, der Ableitungs- oder Verluststrom i_v .

$$i_a = i_e + i_v.$$

Es möge z. B. eine oberirdische Leitung aus 4 mm starkem Eisendraht von 300 km Länge betrachtet werden. Der Widerstand der Leitung (W_1) beträgt rund 3000 Ohm, 4 Morseapparate rund 2400 Ohm; der Batteriewiderstand möge vernachlässigt werden, da es sich nur um eine überschlägliche Rechnung handelt. Die Isolation möge 9000 Ohm (W_a , Ableitungs-Widerstand) betragen, was für jeden Isolator noch durchschnittlich 40 Millionen Ohm ausmacht.

Um den Ableitungsstrom zu berechnen, wählen wir die Darstellung der Fig. 17 auf Seite 24, welche zeigt, wie die Spannung längs der Leitung fällt, während letztere vom Strom durchflossen wird. Die längs der Leitung gleichmäßig verteilten Isolationsfehler stehen also unter einer Spannung, die am Anfang der Leitung hoch ($= E$), am Ende ungefähr Null ist. Bei gleichmäßiger Verteilung dürfen wir uns alle Isolationsfehler in der Mitte vereinigt denken, wo sie unter der Wirkung der halben Batteriespannung stehen; demnach

$$i_v = \frac{1}{2} \cdot \frac{E}{W_a}.$$

Der Strom am Ende der Leitung ist

$$i_e = \frac{E}{W_1}.$$

Hieraus ergibt sich

$$\frac{i_v}{i_e} = \frac{W_1}{2 W_a}$$

oder

$$i_v = i_e \cdot \frac{W_1}{2 W_a}.$$

Da in der Regel $i_e = 0,013$ sein soll, so muß

$$i_v = 0,013 \cdot \frac{5400}{18000} = 0,004$$

$$i_a = 0,013 + 0,004 = 0,017$$

sein. Aus $i_e = E/W_1 = 0,013$ und $W_1 = 5400$ ergibt sich, daß $E = 5400 \cdot 0,013 = 70$ Volt sein muß. Wird jetzt in IV die Taste niedergedrückt, so verschwindet der Strom i_e aus der Leitung, es bleibt aber i_v darin. Infolgedessen nimmt nun die Spannung längs der Leitung nicht mehr so erheblich ab, als wenn der ganze Leitungsstrom darin wäre, sondern nur etwa um $\frac{1}{4} E$; die mittlere Spannung ist also etwa $\frac{1}{8} E$ statt vorher $\frac{1}{2} E$, und der Ableitungsstrom statt 0,004 nunmehr 0,007. Diesen Strom wollen wir Reststrom (i_r) nennen. Der Strom in I sinkt also von 0,017 auf 0,007, und es ist leicht möglich, daß hierbei der Anker in I noch nicht losgelassen wird, daß also das Amt I gar nicht bemerkt, daß Amt IV ruft. Nur am Schwanken des Galvanoskops würde es zu sehen sein.

Wir verteilen nun die Batterie auf die vier Ämter, auf jede $\frac{1}{4}$. (Fig. 218.) Die Spannung zwischen Leitung und Erde ist bei Amt I nun $\frac{1}{4} E$, sinkt, während der Strom fließt, auf nahezu Null bei Amt II, wird hier durch die zweite Batterie wieder auf $\frac{1}{4} E$ erhöht u. s. f. Die Spannung liegt also zwischen $\frac{1}{4} E$ und Null, beträgt im Mittel $\frac{1}{8} E$ und erzeugt einen viermal schwächeren Ableitungsstrom. Demnach wäre hier der Anfangsstrom $i_a = 0,014$, der Endstrom $i_e = 0,013$.

Drücken wir bei IV die Taste nieder, so verschwindet wieder der Strom i_e . Da der Strom in der Leitung sehr gering ist, so

bleibt die Spannung, die bei Amt I $\frac{1}{4}$ E beträgt, auf annähernd dieser Höhe bis zu Amt II. Hier erhöht sich die Spannung auf $\frac{1}{2}$ E, bleibt auf dieser Höhe bis Amt III und ist $\frac{3}{4}$ E im dritten Abschnitt der Leitung. Wenn die drei Leitungsabschnitte gleich lang sind, beträgt der Isolationswiderstand für jeden 27 000 Ohm (vgl. S. 23); denkt man sich in Fig. 218 in der Mitte jedes Leitungsabschnittes eine Abzweigung von diesem Widerstand zur Erde angelegt, so sind für die Batterie in I (B I) folgende Stromwege:

1. Erde — B I — Abzw. I — Erde
2. Erde — B I — B II — Abzw. II — Erde
3. Erde — B I — B II — B III — Abzw. III — Erde.

Der Strom im ersten Stromweg wird erzeugt von der Spannung $\frac{1}{4}$ E im Widerstand 27 000 Ohm, beträgt also

$$\frac{E}{4 \cdot 27000} \cdot$$

Im zweiten Stromweg ist die Spannung doppelt, im dritten dreimal so hoch, die Widerstände in beiden Fällen gleich, demnach die Ströme

$$2 \cdot \frac{E}{4 \cdot 27000} \quad \text{und} \quad 3 \cdot \frac{E}{4 \cdot 27000} \cdot$$

Durch den allen drei Stromwegen gemeinsamen Teil, Amt I, fließen die drei Ströme gleichzeitig, d. i. ihre Summe

$$\frac{6 E}{4 \cdot 27000} = \frac{70}{18000} = 0,004.$$

Nun sinkt also der Strom in I bei Tastendruck in IV von 0,014 auf 0,004 Ampere. Der Reststrom in I ist also erheblich kleiner, und die Apparate sprechen sicherer an.

Besonders aber hat der Isolationszustand der Leitung geringeren Einfluß auf den Strom in der Leitung. Bei der angenommenen Isolation hat man im Falle, wo die Batterie auf dem ersten Amte steht, $i_a = 0,017$, $i_r = 0,007$; bei halb so hoher Isolation ($W_a = 4500$) sind die Ströme $i_a = 0,013 + 0,008 = 0,021$ und $i_r = 0,014$. Dagegen bei verteilter Batterie bei der höheren Isolation $i_a = 0,014$, $i_r = 0,004$; bei der geringeren Isolation $i_a = 0,013 + 0,002 = 0,015$; $i_r = 0,008$. Im ersteren Falle würde man demnach die Apparate häufiger nach dem Isolationszustande neu einzuregulieren haben.

Durch Berechnen anderer Beispiele kann man sich leicht überzeugen, daß die Verteilung der Batterie allgemein den Vorteil bietet, daß der Reststrom geringer wird, und daß daher besonders die Schwankungen der Isolation einen geringeren Einfluß haben.

Bei dieser Verteilung ist es wichtig, dafür zu sorgen, daß alle Batterieteile in gleicher Richtung in die Leitung eingeschaltet werden. Besitzt die Leitung z. B. 70 Elemente, und werden davon 10 verkehrt geschaltet, so heben letztere noch die Wirkung von weiteren 10 Elementen auf und es bleiben nur 50 Elemente wirksam; der Strom würde demnach von 0,013 Ampere auf $0,013 \cdot \frac{5}{7} = 0,009$ Ampere herabgehen. Deshalb besteht die Bestimmung, daß auf jedem Amt der nach Osten führende Leitungszweig mit dem Zinkpol, der nach Westen führende mit dem Kupferpol der Batterie verbunden wird.

Im allgemeinen verteilt man die Batterie gleichmäßig auf alle Ämter; doch darf von zwei Ämtern, deren Entfernung von einander besonders gering ist, das eine ohne Batterie bleiben.

Werfen wir noch einen Blick auf eine Arbeitsstromleitung gleicher Länge. Hier findet natürlich auch ein Stromverlust statt. Allein der Empfangsapparat des fernen Amtes hat in der Ruhe keinen Strom, und es ist nur erforderlich, daß bei Druck der Taste trotz der Stromverluste der Strom von etwa 0,013 Ampere ankommt. Bei schlechtem Isolationszustand ist es allerdings möglich, daß der Strom zu sehr geschwächt wird; allein hierzu müßte die Isolation beträchtlich unter die Grenze herabgehen, bei der der Betrieb einer Ruhestromleitung schon gestört wird.

Relais. Über Zweck und Schaltung der Relais vgl. S. 125. Es mag hier nur die Schaltungsskizze (Fig. 225) Platz finden, welche die Einschaltung des Relais in der einfachsten Weise darstellt. R ist das Relais mit Ruhekontakt r und Arbeitskontakt a, M der Morseapparat.

Die Übertragung. In langen Leitungen ist die Stromschwächung so bedeutend, daß bei unmittelbarer Verbindung des gebenden mit dem empfangenden Amte auf letzterem nur ein ungenügender Strom ankommt. Zerschneidet man die Leitung in

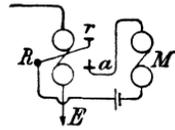


Fig. 225.

Relais-schaltung.

zwei oder mehr Teile, so kommt über jede Teilstrecke einzeln genommen ein genügend starker Strom; denn bei Verminderung der Länge auf die Hälfte geht die Stromschwächung auf ein Viertel zurück.

Es wäre nun erforderlich, an den Teilungsstellen Ämter einzurichten, welche die Telegramme aufnehmen und weitergeben.

Ähnlich verhält es sich in langen Kabelleitungen. Die Stromverzögerung (Abflachung der Wellen, vgl. S. 56) ist so bedeutend, daß die Telegraphiergeschwindigkeit zu gering wird. Durch Halbierung der Strecke wird die Geschwindigkeit auf das Vierfache gesteigert.

Ferner kommt der Fall vor, daß in eine Arbeitsstromleitung mehrere Ämter eingeschaltet sind, A, B... E. Die Ämter B bis D sind Trennämter. Will nun z. B. A mit E verkehren, so können B, C und D aus der Leitung austreten; ist die Leitung aber sehr lang, so liegt der oben erwähnte Übelstand der großen Stromschwächung vor. Es ist also besser, auf die Durchschaltung zu verzichten und durch Vermittelung der zwischenliegenden Ämter zu verkehren.

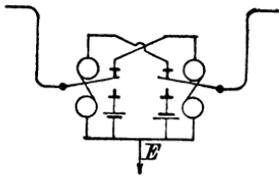


Fig. 226.
Übertragung.

In all diesen Fällen wäre es sehr umständlich, die ankommenden Telegramme erst am Apparat aufzunehmen und dann weiterzutelegraphieren. Man richtet statt dessen eine Übertragung ein.

Die letztere besteht aus zwei Relais, welche nach Fig. 226 verbunden werden.

Die Leitung führt sowohl von rechts, als von links über die Zunge des einen Relais und dessen Ruhekontakt durch die Windungen des anderen zur Erde. Am Arbeitskontakt jedes Relais liegt eine Batterie, welche den Strom in den anderen Leitungszweig gibt.

Ein von links kommender Strom durchfließt die Windungen des rechten Relais, legt dessen Zunge an den Batteriekontakt und sendet nach rechts einen Strom, der eben so lange dauert, als der von links ankommende Strom.

Statt der Relais kann man auch Morseapparate mit Übertragungsvorrichtung verwenden. Dies wird man in dem dritten

der oben genannten Fälle (lange Arbeitsstromleitung mit mehreren Zwischenämtern) tun, während die Relais da benutzt werden, wo die Leitung lediglich wegen zu großer Länge geteilt wird. Vgl. auch Fig. 237.

Zeitweiliger Nebenschluß. Es möge in Fig. 227 die obere punktierte Kurve den Stromverlauf im Relais am Ende einer langen Kabelleitung darstellen; vgl. auch Fig. 51, Seite 56. Das Relais wird nach Fig. 228 geschaltet.

Wenn der Strom bis $A A_1$ gestiegen ist, zieht das Relais R seinen Anker an und schließt damit den Stromkreis des Morse-

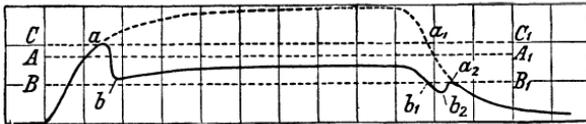


Fig. 227.

Zeitweiliger Nebenschluß, Stromverlauf.

apparates M , der seinerseits, indem sein Schreibhebel sich an den unteren Kontakt legt, den Widerstand r in Nebenschluß zum Relais legt. Bis dies geschehen ist, vergeht eine kleine Zeit, in welcher der Strom bis a gestiegen ist; durch Anlegen des Nebenschlusses sinkt er nun bis b , und es muß r so abgeglichen sein, daß bei der jetzt vorhandenen Stromstärke der Anker noch festgehalten wird. Wird das Zeichen beendet, so sinkt der Strom; der ungeteilte Strom vor dem Relais (punktierte Linie) sinkt auf a_1 , der Relaisstrom auf b_1 ; bei dieser Stromstärke wird der Anker losgelassen.

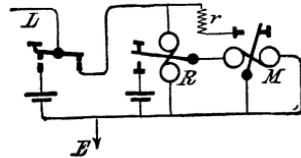


Fig. 228.

Zeitweiliger Nebenschluß,
Schaltung.

Da nun auch M den Nebenschluß öffnet, steigt der Relaisstrom, der inzwischen bis b_2 gesunken war, wieder etwas an, doch nicht so hoch (a_2), daß er den Anker wieder anzieht; dann fällt der Strom von a_2 ab weiter. Ohne den zeitweiligen Nebenschluß würde der Anker erst in dem a_2 entsprechenden Zeitpunkte abfallen; der Nebenschluß läßt das Zeichen um die Zeit zwischen b_1 und a_2 rascher beendigen, erlaubt also rascheres Telegraphieren.

III. Die in der Reichs-Telegraphie gebräuchlichen Telegraphenschaltungen.

A. Schaltungen für Morsebetrieb.

Ruhestrom

ausschließlich für Schreibapparate.

Für alle Schaltungen bei Ruhestrom sind in erster Linie folgende Regeln festzuhalten:

Die vordere Schiene der Taste (Arbeits- oder Telegraphierkontakt) wird niemals zum Anlegen eines Drahtes benutzt.

Die Linien-Batterie muß im Leitungswege liegen.

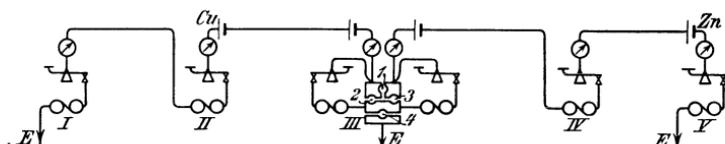


Fig. 229.

Ruhestromschaltungen.

I. Endstelle ohne Batterie. II. Zwischenstelle mit Batterie.

V. " mit " IV. " ohne "

III. Trennstelle. Stöpsel in Loch 1: Apparate und Tasten ausgeschaltet.

Stöpsel in Loch 2 oder 3: Durchsprechstellung. Stöpsel in Loch 4: Trennung.

Fig. 229 zeigt die einfacheren Schaltungen.

Die Anordnung der Apparate auf dem Tisch wird für einige Fälle durch Fig. 230 u. 231 angegeben. Apparat, Taste, Galvanoskop und Blitzableiter (in Fig. 229 fortgelassen) werden auf den Tisch gestellt; die Batterie kommt in den Schrank und wird durch zwei Leitungen herangeführt. Die Leitung führt zuerst durch den Blitzableiter; dies gilt für beide Leitungszweige. Erforderliche Umschalter kommen auf die Mitte des Tisches.

Endstellen. Die Schaltung mit Batterie zeigt Fig. 230. Bei der Endstelle ohne Batterie führt der Draht vom Galvanoskop sogleich zur unteren rechten Klemme des Blitzableiters, Klemmen 3 und 4 fallen weg.

Bei **Zwischenstellen** (Fig. 231) führt der Draht von der linken oberen Klemme des Blitzableiters zu einer besonderen Klemme für den anderen Leitungszweig.

Trennstellen. Um die auf Seite 257 erläuterte Zerlegung einer langen Ruhestromleitung mit vielen Ämtern vornehmen zu

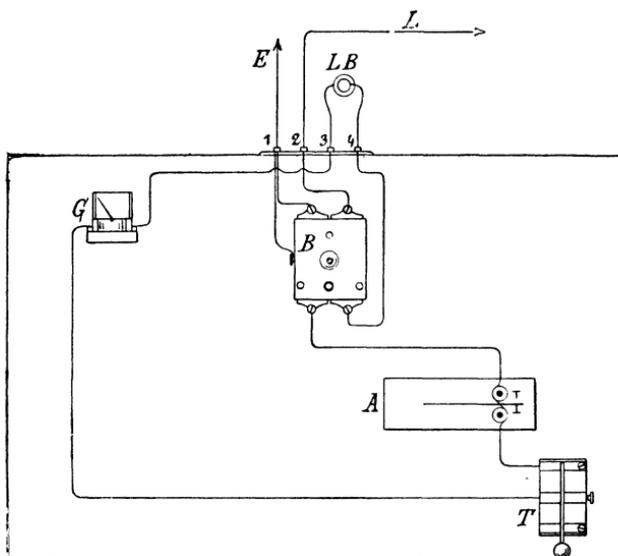


Fig. 230.

Endstelle mit Batterie in einer Ruhestromleitung.

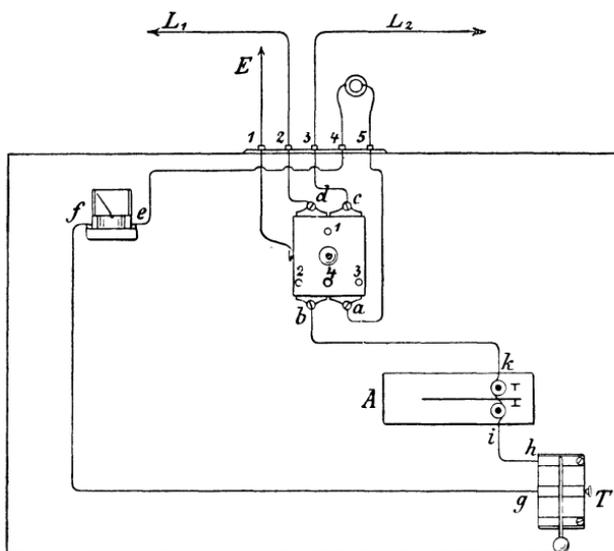


Fig 231.

Zwischenstelle mit Batterie in einer Ruhestromleitung.

können, richtet man Trennämter ein; als solche verwendet man in der Regel größere Ämter. (Schaltung s. Fig. 232.)

Die Umschaltungen werden mit dem Umschalter VI (Seite 208) ausgeführt.

1. Stöpsel in Loch 2. Stromlauf: $L_1 - \text{Kl. 2} - B - \text{Kl. 5} - LB_1 - \text{Kl. 4} - G_1 - \text{Stöpsel} - A_2 - T_2 - \text{Umsch. VI} - G_2 - \text{Kl. 7} - LB_2 - \text{Kl. 6} - B - \text{Kl. 3} - L_2$.

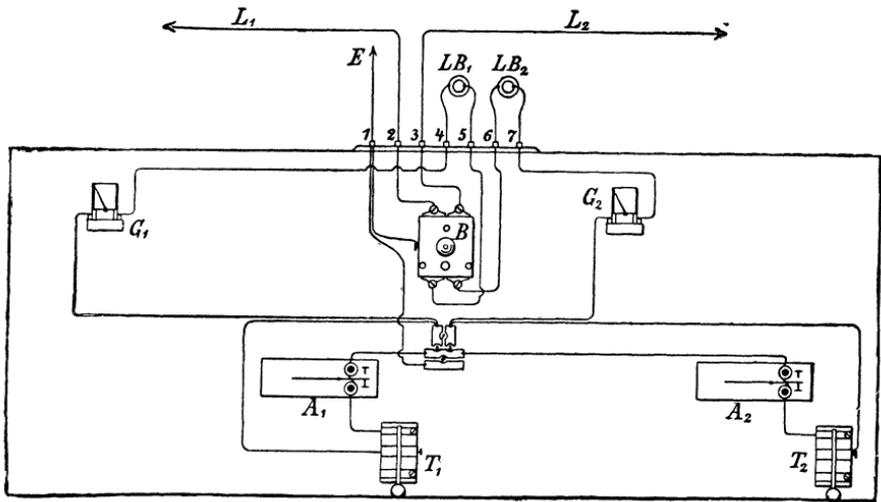


Fig. 232.

Trennstelle mit zwei Apparaten in einer Ruhestromleitung.

Apparat A_2 spricht an, Apparat A_1 ist durch den Stöpsel kurzgeschlossen. *Durchsprechstellung.*

2. Stöpsel in Loch 3. Die Schaltung ist der vorigen symmetrisch. Apparat A_1 spricht.

3. Stöpsel in Loch 4. Stromlauf: $L_1 - \text{Kl. 2} - B - \text{Kl. 5} - LB_1 - \text{Kl. 4} - G_1 - T_1 - A_1 - \text{Stöpsel} - \text{Kl. 1} - \text{Erde}$. Ebenso symmetrisch von L_2 über T_2 und A_2 zur Erde.

Beide Apparate sprechen unabhängig von einander, A_1 nach L_1 , A_2 nach L_2 . Leitung und Amt sind sonach in zwei Teile zerlegt; die beiden Hälften des Amtes arbeiten als zwei von einander unabhängige Endstellen. *Trennstellung.*

4. Stöpsel in Loch 1. Stromlauf: $L_1 - \text{Kl. 2} - B - \text{Kl. 5} - LB_1 - \text{Kl. 4} - G_1 - \text{Stöpsel} - G_2 - \text{Kl. 7} - LB_2 - \text{Kl. 6} - B -$

Kl. 3 — L_2 . Die Batterien und Galvanoskope liegen im Stromkreis, die Tasten und Apparate sind durch Kurzschluß ausgeschaltet.

Zwischenstelle mit zweitem Apparatsystem. Aus Betriebsrücksichten wird es zuweilen erforderlich, in einem andern als dem Apparatraume einen zweiten Schreibapparat aufzustellen, um nach Belieben die Leitung umschalten und zum Empfang von Telegrammen in jedem der beiden Arbeitsräume bereit sein zu können.

Hierzu dient die Schaltung Fig. 233, deren linker Teil sich von Fig. 230 nur durch Einsetzung des Umschalters V unterscheidet.

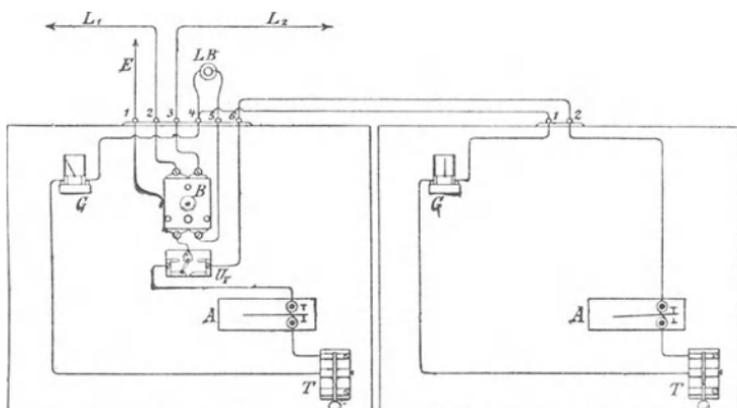


Fig. 233.

Zwischenstelle in einer Ruhestromleitung mit einem zweiten Apparatsystem.

Stellt man die Kurbel des letzteren nach links, so ist das Apparatsystem links eingeschaltet. Stellt man den Umschalter nach rechts, so fließt der Strom nach dem System rechts, das z. B. in einem anderen Stockwerk des Hauses aufgestellt sein kann.

Wecker. Um den Beamten auch zu Zeiten an den Apparat rufen zu können, zu denen letzterer nicht dauernd beaufsichtigt wird, dient die Schaltung mit Wecker (Fig. 234). Steht der Umschalter V nach links, so hat man die gewöhnliche Ruhestromschaltung; der Wecker ist kurzgeschlossen und stromlos. Stellt man die Kurbel nach rechts, so tritt der Linienstrom in den Wecker ein und zieht den Anker des letzteren an. Wird nun auf einem Amte der Strom unterbrochen, so fällt der Anker ab, schaltet aber sofort durch

Berührung der Feder einen Teil der Linienbatterie auf den Wecker, der nun mit Selbstunterbrechung weiter arbeitet.

Gemeinschaftlicher Schreibapparat. Wenn es an Platz zur Aufstellung je eines Schreibapparates für zwei Leitungen mangelt, schaltet man in jede Leitung ein Relais (Fig. 235) und verbindet

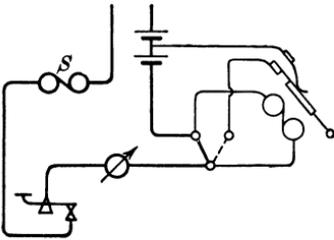


Fig. 234.

Zwischenstelle in einer Ruhestromleitung mit Wecker.

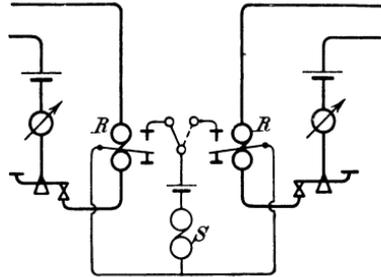


Fig. 235.

Gemeinschaftlicher Schreibapparat für zwei Ruhestromleitungen.

deren Arbeitskontakte mit dem Umschalter V, durch welchen der Schreibapparat mit der einen oder der anderen Leitung verbunden wird. Der Schreibapparat liegt im Ortskreis auf Arbeitsstrom.

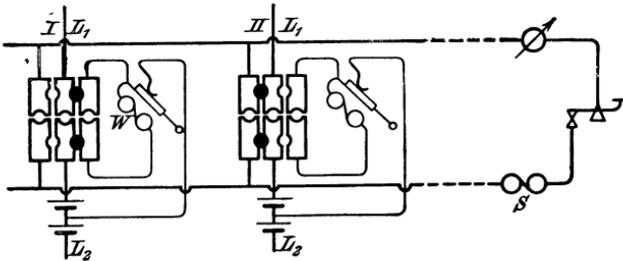


Fig. 236.

Gemeinschaftlicher Schreibapparat für mehrere Ruhestromleitungen.

Soll der Apparat für mehrere Leitungen dienen, so wird jede der letzteren zu einem Umschalter VII geführt (Fig. 236). Für gewöhnlich wird die Leitung durch Einsetzen der Stöpsel mit dem zugehörigen Wecker verbunden, wie für die Leitung I gezeichnet. Für den Telegrammverkehr stöpselt man dagegen, wie für Leitung II gezeichnet. Die Wirkung des Weckers ist dieselbe, wie in Fig. 234.

Arbeitsstrom in oberirdischen Leitungen für Schreibapparate und Klopfer.

Fig. 237 (auf der folg. Seite) zeigt die einfacheren Schaltungen.

Die Anordnung der Apparate auf dem Tisch ergibt sich aus den für die Ruhestromschaltungen gegebenen Fig. 230—232. Die Tischleitungen sind allerdings anders zu ziehen, wie sich aus Fig. 223 leicht ergibt.

Die Schaltung Fig. 237 zeigt, daß bei ruhender Taste kein Strom in der Leitung fließt. Durch Niederdrücken der Taste verbindet man den einen Pol der andererseits geerdeten Batterie mit der Leitung. Zugleich wird der eigene Apparat von der Leitung getrennt. Der ankommende Strom fließt (bei ruhender Taste) durch den Empfangsapparat zur Erde, während die daneben liegende Batterie von der Leitung getrennt ist.

Trennämter. Die Schaltung auf solchen Ämtern erfordert besondere Hilfsmittel, um in allen Fällen gleiche Stromstärke in den Apparaten zu haben. Als solche werden künstliche Widerstände (S. 218) benutzt, welche in Fig. 237, II und IV neben den Umschaltern zu erkennen sind. Ihr Zweck und ihre Wirkung ergibt sich aus folgender Überlegung:

Die 3 Ämter I, II, III der Fig. 237 mögen nach ihren Entfernungen durch die nachstehende Figur dargestellt werden:



Wenn von I nach II und auch nach III telegraphiert werden soll, so muß die Batterie in I so stark sein, daß sie auf 350 km Entfernung den Apparat in III noch in Tätigkeit setzen kann.

Diese Batterie wird auch im stande sein, den Apparat in II zu bewegen, allein es müßte der Apparat für den stärkeren Strom besonders eingestellt werden.

Gibt I an II ein Telegramm, nachdem II den Apparat auf den starken Strom gut eingestellt hat, so geht das Arbeiten ohne Schwierigkeit. Danach kommt aber III und gibt auch an II ein Telegramm. III hat zwar dieselbe Batterie wie I, allein III ist von II 350 km entfernt, während die Entfernung von I nach II nur 100 km beträgt. Der Strom, welcher von III nach II kommt, ist von anderer Stärke, als der, welcher von I nach II gelangt.

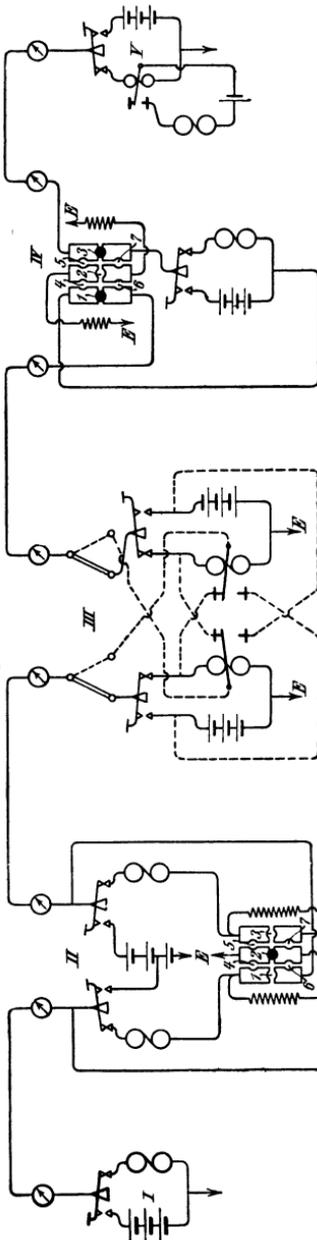


Fig. 237. Arbeitsstromschaltungen.
 I. Endstelle ohne Relais. II. Trennstelle mit 2 Schreibapparaten.
 III. Übertragung mit Schreibapparaten. IV. Übertragung mit Schreibapparaten.
 V. Endstelle ohne Relais.

II muß seinen Apparat wieder einstellen. Soll nachher nun II wieder mit I in Korrespondenz treten, so muß II seinen Apparat abermals auf die von I entwickelte Stromstärke einstellen. Dieser unsichere Wechsel des Einstellens läßt sich durch das Einschalten eines künstlichen Widerstandes vermeiden. Der letztere kann so gewählt werden, daß er den Strom in demselben Maße schwächt, wie es das Durchlaufen einer bestimmten Leitungslänge tun würde. Wenn I mit II spricht, so ist in II ein Widerstand einzuschalten, welcher 250 km Leitung vertritt; verkehrt III mit II, so schaltet II einen Widerstand ein, der den Strom ebenso schwächt, wie 100 km Leitung. Nunmehr wird der Strom immer der gleiche sein, ob I mit II oder III, oder III mit II spricht.

Hat II seinen Apparat einmal richtig eingestellt, so spricht der Apparat demnach sowohl auf den von I, als auch auf den von III kommenden Strom an.

Wenn die Zwischenstelle nach einer Seite hin spricht, so darf ihr eigener Strom den Widerstand nicht durch-

laufen, weil sonst der von II nach I oder III fließende Strom unnötig geschwächt werden würde.

Es versteht sich von selbst, daß die Zwischenstelle nicht mit ein und derselben Batterie nach I und nach III hin arbeiten kann, wenn I und III nicht gleichweit von II entfernt sind. Die Batterien in II müssen diesen Entfernungen angepaßt sein. Es wird in II eine Batterie aufgestellt, welche für das am weitesten von II entfernte Amt ausreicht; von dieser wird die kleinere Batterie abgezweigt.

In der Fig. 237, II ist eine solche Abzweigung dargestellt. Die drei Elemente bedeuten die große Batterie; sie liegt mit einem Pol an Erde, mit dem andern an der rechten Taste. Von dieser Batterie ist eine kleinere abgezweigt, indem von dem ersten Element ein neuer Poldraht abgeht und zur linken Taste führt.

Der abgehende Strom berührt die künstlichen Widerstände nicht.

Wenn man den Stöpsel in Loch 3 des Umschalters setzt, so ist der linke Apparat ausgeschaltet und der rechte ist in Durchsprechstellung in die Leitung geschaltet; man kann auf ihm die Schrift der beiden anderen Ämter mitlesen. Dagegen kann man mit der zugehörigen Taste nur nach rechts hin telegraphieren; die linke Taste ist ausgeschaltet. Steckt man den Stöpsel in Loch 1, so ist der linke Apparat in Durchsprechstellung eingeschaltet. Man kann mit der linken Taste nach links hin telegraphieren.

Amt IV zeigt die Durchsprechstellung; hier gibt man aber mit der Taste Strom nach beiden Seiten. Nimmt man in IV Trennstellung, so hat man entweder die Löcher 1, 5, 7 oder 3, 4, 6 zu stöpseln. Im ersten Falle liegt die Mittelschiene der Taste über dem rechten Widerstand an Erde, IV ist Endamt für die von links kommende Leitung; der rechte Leitungszweig ist ohne Apparat über den anderen künstlichen Widerstand geerdet. Im zweiten Falle liegt die Mittelschiene der Taste an der von rechts kommenden Leitung, während der negative Batteriepol und die damit verbundene Apparatklemme über den linken Widerstand geerdet sind. IV ist dann wie ein gewöhnliches Endamt mit der rechten Leitung verbunden, während die linke Leitung über den anderen künstlichen Widerstand ohne Apparat geerdet ist. Man kann in jedem Falle nur nach einer Seite hin arbeiten.

Übertragung. Bei großer Länge der Leitung ist es infolge der Stromverluste oft schwer, selbst bei Aufwendung starker Batterien

von einem Ende der Leitung nach dem anderen gute Zeichen zu senden. Vgl. Seite 263.

Die Leitung in Fig. 237 zeigt ein Beispiel; III ist ein Übertragungsamt. Die Batterie von I reicht bis III; stehen hier die Umschalter nach links, so ist III in zwei einfache Endämter (wie I) zerlegt (Trennstellung); für diesen Fall haben die punktierten Linien nichts zu bedeuten. Will nun I mit IV oder V sprechen, so werden in III die Umschalter nach rechts gestellt. Jetzt fließt ein von I gesandter Strom über den linken Umschalter, den Hebel des rechten und die Windungen des linken Apparates zur Erde; der Hebel des linken Apparates (Morseapparat oder Relais) legt sich an seinen Arbeitskontakt und schließt hierdurch die rechte Batterie an die zu IV und V führende Leitung. Sobald in I die Taste losgelassen wird, verläßt auch der Hebel den Arbeitskontakt; er ist also nichts weiter, als eine von I aus bewegte Taste.

Bemessung der Batterien. Die Entfernungen zwischen den einzelnen Ämtern (Fig. 237) mögen der Reihe nach sein: $100 + 250 + 150 + 200$ km, die ganze Länge demnach 700 km. Die Leitung bestehe aus 5 mm starkem Eisendraht, dessen Widerstand 6,72 Ohm für 1 km beträgt. Ein Farbschreiber hat einen Widerstand von 550 Ohm, ein Relais 200 Ohm. Die Widerstände der Batterien und des Galvanoskops mögen bei dieser überschläglichen Rechnung außer Betracht bleiben.

Die Batterie in I muß so stark sein, daß sie für die Leitung bis III einschließlich zweier Apparate ausreicht. 350 km Leitung haben 2350 Ohm, 2 Apparate 1100 Ohm, zusammen 3450 Ohm; die Batterie in I muß demnach $3450 \cdot 0,013 = 45$ Volt besitzen. Man stellt hier 50 Kupferelemente auf. Ebenso stark muß die linke Batterie in III sein. Die Batterien in II haben nur kleinere Leitungslängen und je einen Apparatwiderstand zu überwinden. Die linke Batterie muß ausreichen für $100 \text{ km} + 1 \text{ Apparat} = 672 + 550 \text{ Ohm} = 1222 \text{ Ohm}$; ihre Stärke muß also $1222 \cdot 0,013 = 16$ Volt betragen, was durch Aufstellung von 20 Elementen erreicht wird. Die rechte Batterie ist zu bemessen für $250 \text{ km} + 1 \text{ Apparat} = 1670 + 550 \text{ Ohm} = 2220 \text{ Ohm}$; daraus ergibt sich $2220 \cdot 0,013 = 29$; es werden hierfür 30 Elemente gebraucht.

Ebenso berechnen sich die Batterien in III rechts: $350 \text{ km} + 2 \text{ Apparate} = 2350 + 1100 = 3450 \text{ Ohm}$; d. h. 50 Elemente wie in I. — IV und V müssen ebenso starke Batterien haben.

Die künstlichen Widerstände müssen folgende Werte erhalten:
 In II links für 250 km + 1 Apparat = 1670 + 550 = rund 2200 Ohm.
 In II rechts für 100 km + 1 Apparat = 1200 Ohm. In IV links
 für 150 km + 1 Apparat = 1600 Ohm. In IV rechts für 200 km
 + 1 Apparat = 1900 Ohm.

Arbeitsstrom in unterirdischen Leitungen.

Wegen der hohen Ladungsfähigkeit der unterirdischen Leitungen schaltet man die Farbschreiber nicht unmittelbar, sondern mittels Relais ein. Man benutzt hierzu das deutsche polarisierte Relais, und zwar bei Endstellen und Trennstellen ohne Übertragung die kleine Form, bei Trennstellen mit Übertragung die große Form mit nebeneinander geschalteten Rollen. Bei Übertragungsstellen wird entweder gleichfalls das größere deutsche polarisierte Relais, oder wenn dessen Empfindlichkeit nicht ausreicht, das Relais mit drehbaren Kernen verwendet. Die deutschen polarisierten Relais sind auf „Anziehen“ zu schalten.

Bei längeren unterirdischen Leitungen macht sich die Ladungsfähigkeit in so hohem Grade bemerkbar, daß außer den empfindlichen Relais noch weitere Hilfsmittel benutzt werden müssen: es werden bei den End- und Übertragungsstellen Induktanzrollen (Seite 57 u. 219) angeschaltet und die Relais erhalten den „zeitweiligen Nebenschluß“ (Seite 265). Bei langen Leitungen ist die Batterie der Übertragung mit demjenigen Pol an Leitung zu schalten, der bei den nächsten Ämtern an Erde liegt; andernfalls würde der Rückstrom, der das ruhende (polarisierte) Relais durchfließt, dessen Zunge bewegen.

Für kürzere unterirdische Leitungen. Endstellen und gewöhnliche Trennstellen werden wie bei oberirdischen Linien geschaltet, mit dem einzigen Unterschiede, daß an Stelle des Schreibapparates das Relais tritt, mit dem der Ort-Stromkreis zu verbinden ist. Eine Trennstelle mit Übertragung zeigt Fig. 238. Die Stöpsel sind so eingesetzt, wie es für Übertragung nötig ist. Die zugehörigen Drahtleitungen sind durch starke Linien angegeben, der linke Leitungszweig ausgezogen, der rechte ähnlich den Eisenbahnlinien, die Batterieleitung punktiert. Nach Anleitung der Fig. 237, III läßt sich dieser Stromlauf leicht verstehen. Steckt man alle Stöpsel um ein Loch nach rechts, so erhält man Trennstellung. Ein aus L ankommender Strom geht über U und die schwach

ausgezogene Leitung zur Mittelschiene der Taste T, über den Ruhekontakt und fließt durch das Relais R zur Erde. Der zugehörige Relaishebel schließt den Ortskreis der Batterie OB über den Farbschreiber S, den rechten unteren Kontakt des

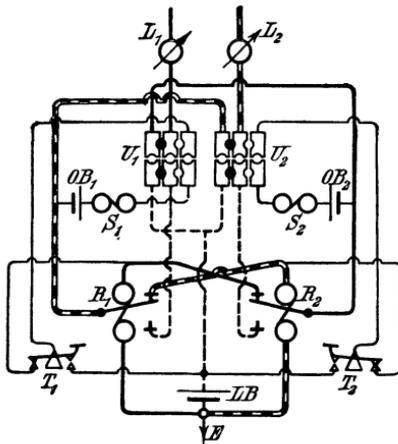


Fig. 238.

Trennstelle mit Übertragung in einer kürzeren unterirdischen Leitung.

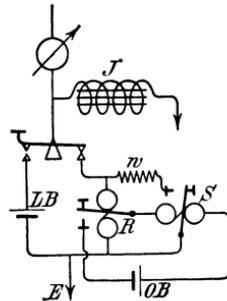


Fig. 239.

Endstelle in einer längeren unterirdischen Leitung.

Umschalters U und den Arbeitskontakt des Relais. Der abgehende Strom geht von der Batterie LB über den Arbeitskontakt und Mittelschiene von T und über den rechten oberen Kontakt von U in die Leitung.

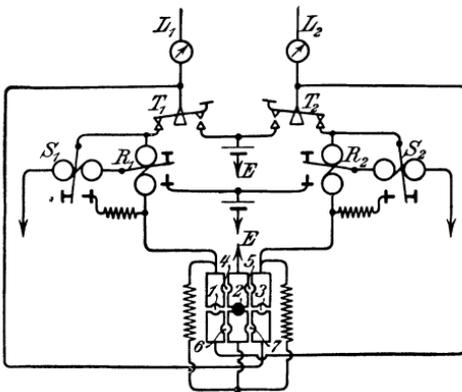


Fig. 240.

Trennstelle ohne Übertragung in einer längeren unterirdischen Leitung.

Für längere unterirdische Leitungen. Endstelle, Fig. 239. Über die Wirkung der Induktanzrolle J vgl. Seite 57, über die des zeitweiligen Nebenschlusses Seite 265. Der Farbschreiber S hat, wie aus der Figur ersichtlich, Übertragungseinrichtung.

Trennstelle ohne Übertragung, Fig. 240. Sie unterscheidet sich von der Trennstelle II in Fig. 237 nur dadurch, daß Relais R mit Schreibapparaten S in

Ortstromkreisen und zeitweiligen Nebenschlüssen verwendet werden. Durchsprech- und Trennstellung werden durch dieselben Stöpselungen wie in Fig. 237, Amt II hervorgebracht.

Trennstelle mit Übertragung, Fig. 241. Die Aufstellung hat Ähnlichkeit mit Fig. 238, wenn man in letzterer Relais mit zeitweiligen Nebenschlüssen und Induktanzrollen einsetzt. Man erkennt aber, daß in Fig. 241 nur eine Batterie benutzt wird, welche sowohl die Leitungen, als auch die Ortskreise speist. Die Stöpselungen sind dieselben wie in Fig. 238. Fig. 241 zeigt Trennstellung.

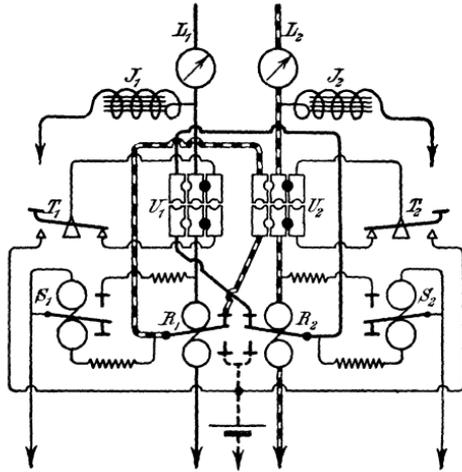


Fig. 241.

Trennstelle mit Übertragung in einer längeren unterirdischen Leitung.

Der aus L kommende Strom geht über U , T (Mittelschiene und Ruhekontakt), U und R zur Erde; R schließt den Kreis der Batterie über den unteren Widerstand und den Schreibapparat, der den oberen Widerstand als zeitweiligen Nebenschluß an das Relais legt. Der untere Widerstand ist gleich dem doppelten des Leitungswiderstandes L zu nehmen, um den Strom für den Schreibapparat genügend abzuschwächen; und zwar wird der linke untere Widerstand gleich dem doppelten des Widerstandes des rechten Leitungszweiges gemacht, und umgekehrt.

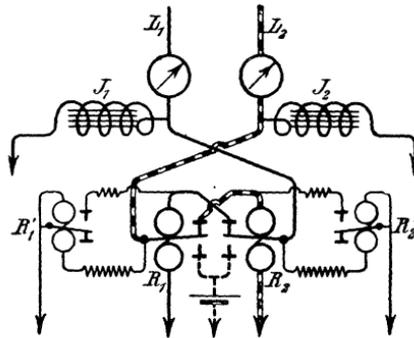


Fig. 242.

Übertragung in einer längeren unterirdischen Leitung.

In der Übertragungsstellung, deren Stromlauf wie in Fig. 238 leicht zu erkennen ist, sprechen die Farbschreiber mit.

Übertragung, Fig. 242. Die Schaltung entsteht aus der vorigen, wenn die Umschalter und die nur zur Trennung gehörenden Drahtleitungen beseitigt und statt des Farbschreibers ein Hilfsrelais R' eingeschaltet wird, dessen Aufgabe nur darin besteht, den zeitweiligen Nebenschluß anzulegen und abzunehmen.

Der Klopfbetrieb wird mit den angegebenen Schaltungen für ober- und unterirdische Leitungen eingerichtet, indem überall für den Schreibapparat S der Klopf- und als Taste die Klopfertaste eingesetzt wird. In längeren oberirdischen Leitungen, in denen sich der Rückschlag bemerkbar macht, werden deutsche polarisierte Relais kleiner Form vorgeschaltet, wie es bei unterirdischen Leitungen allgemein geschieht. Übertragungen sind nach Fig. 237, III, einzurichten; an Stelle der Farbschreiber treten laut anschlagende Relais, die zugleich als Klopf- dienen.

Der amerikanische Ruhestrom

für Klopfbetrieb auf Leitungen mit vielen Zwischenstellen.

Die 3 Ämter A, B, C, Fig. 222 sind durch amerikanischen Ruhestrom verbunden. Zur Zeit der Ruhe sind, wie in B und C, die Umschalter an der Taste geschlossen; es ist dann wie beim gewöhnlichen Ruhestrom ein einfacher Stromkreis hergestellt. Will z. B. A ein Telegramm geben, so öffnet es seinen Tastenumschalter; infolgedessen wird die ganze Leitung stromlos. Erst durch Druck in A schließt man den Kreis so lange, als das Zeichen dauern soll; man erzeugt also die Zeichen wie bei Arbeitstrom. Hat A sein Telegramm beendet, so muß es seinen Umschalter wieder schließen; andernfalls wäre die Leitung dauernd unterbrochen.

B. Schaltungen für Telegraphenbetrieb mit Fernsprecher.

Um dem Telegraphenbetrieb eine möglichst große Ausdehnung zu geben, ist für einfache Verhältnisse, besonders für kleine Orte, der Betrieb mit Fernsprecher eingeführt worden, der an die technischen Fertigkeiten der Beamten die geringsten Anforderungen stellt.

Dieser einer solchen Telegraphenbetriebsstelle gehörigen Apparate sind in einem Fernsprechgehäuse vereinigt, das im 21. Abschnitt beschrieben wird. Außer diesem Gehäuse werden noch Sicherungskästchen und Mikrophonbatterien gebraucht.

Die Stellen liegen entweder in Nebeneinanderschaltung, wie Fig. 219 darstellt, oder in Hintereinanderschaltung, ähnlich wie

die Ruhe und Arbeitsstromämter für Morsebetrieb, Fig. 218 und 221.

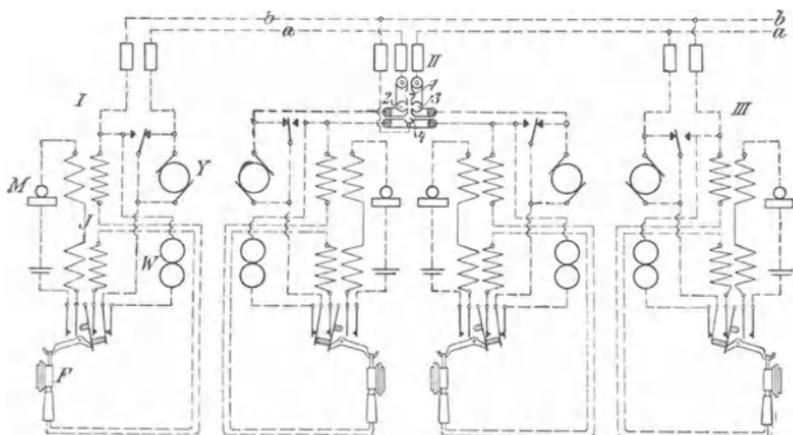


Fig. 243. Telegraphenbetrieb mit Fernsprecher, Nebeneinanderschaltung.

Die mit Fernsprecher betriebenen (Sp-) Leitungen sind z. T. einfache, z. T. Doppelleitungen. In Fig. 243 und 244 ist letzteres angenommen; soll die Schaltung für Einzelleitung ausgeführt werden, so ist nur nötig, statt des b-Zweiges die Erde zu setzen.

Fig. 243 zeigt die Nebeneinanderschaltung. Die Leitung führt über die durch längliche Vierecke angedeuteten Blitzableiter im Sicherungskästchen zu den Apparaten. Die Schaltung der letzteren verfolgt man am besten mit Hilfe der später gegebenen Beschreibungen der Fernsprechgehäuse, vergl. S. 373. Amt I ist eine Endstelle, II eine Trennstelle, III eine gewöhnliche Zwischenstelle. Wird in II der Umschalter bei 4 gestöpselt, so hat das Amt Trennstellung und kann nach beiden Seiten sprechen. Wird 1 und 2 gestöpselt, so ist das Amt als gewöhnliches Zwischenamt wie III geschaltet, und zwar ist die linke Hälfte zu benutzen, die rechte ist abgeschaltet. Stöpselt man 1 und 3, so kann man auf der rechten

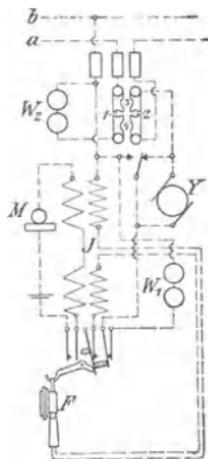


Fig. 244. Telegraphenbetrieb mit Fernsprecher, Nebeneinanderschaltung, Trennstelle mit einem Apparat.

Hälfte sprechen, die linke ist abgeschaltet. Fig. 244 zeigt eine Trennstelle mit nur einem Apparat und einem zweiten Wecker W_2 . Stöpselt man 3 und 4, so hat das Amt Trennstellung; es kann

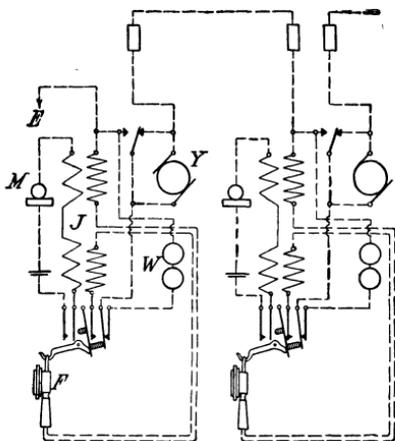


Fig. 245.

Telegraphenbetrieb mit Fernsprecher,
Hintereinanderschaltung.

nach links sprechen, von rechts auf W_2 einen Weckruf erhalten. Stöpselt man 1 und 2, so ist es umgekehrt. Setzt man die Stöpsel in 2 und 3, so liegt das Amt wie I und III in Fig. 243 an der Leitung, der Wecker W_2 ist abgeschaltet (Durchsprechstellung). Fig. 245 zeigt die Hintereinanderschaltung. Die Endstelle ist dieselbe wie I in Fig. 243. Die Zwischenstelle unterscheidet sich von ihr nur dadurch, daß die Leitung nicht zur Erde, sondern zur zweiten Leitungsklemme führt.

C. Schaltungen für Hughesbetrieb.

Der Hughesapparat enthält Geber und Empfänger vereinigt; die Schaltung ist bereits zum größten Teil am Apparat ausgeführt, so daß man nur noch die Leitung, die Batterie und den Wecker an die dazu bestimmten Klemmen anzulegen hat.

Wollen zwei Amter mittels Hughesapparates Telegramme wechseln, so sind die Apparate mit der Leitungsklemme an die Leitung zu legen. In langen Leitungen braucht man noch Übertragungen; s. unten. Fig. 246 stellt den Stromlauf für mechanische, Fig. 247 den für elektrische Auslösung des eigenen Apparates dar.

So lange der Apparat ruht, ist die Anhaltefeder bei a offen. Der ankommende Strom geht (Fig. 246) aus der Leitung durch den Wecker W über den Ausschalter X, Batteriefeder F_1 , Kontakt C_2 , Umschalter U, Elektromagnet, zurück zu U, dann über F_3 und D zum Körper des Apparates zur Erde. Nach Fig. 247 ist der Stromlauf von X gleich zu U, über den Elektromagnet und vom Körper des Apparates über die Batteriefeder und Kontakt C_2 zur Erde. In beiden Fällen läßt der ankommende Strom den Wecker anschlagen. Setzt man nun den Apparat in Gang, so schließt sich die Anhalte-

feder a, wodurch der Wecker W kurz geschlossen wird. Soweit es sich also um den in Gang befindlichen Apparat handelt, kann man den Wecker W und die Feder a aus dem Stromlauf weglassen und die Leitung gleich an den Umschalter X geführt denken.

Der ankommende Zeichenstrom findet bei mechanischer Auslösung folgenden Weg: vom Ausschalter X aus (wie vorher) über die Batteriefeder F_1 , Kontakt C_2 , Umschalter U, Elektromagnet, zu U zurück, isolierte Feder F_3 , Daumen D, Körper, Erde. Der Umschalter muß so eingestellt

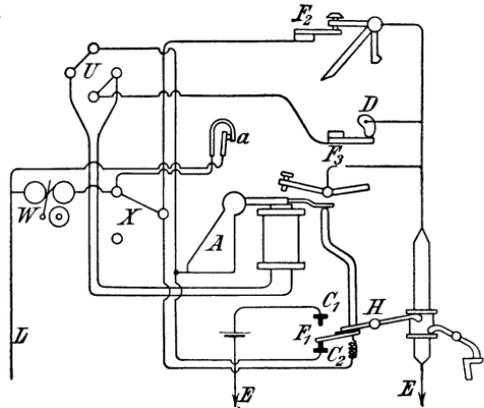


Fig. 246.

Hughesapparat mit mechanischer Auslösung.

sein, daß der ankommende Strom den Magnetismus des Elektromagnets schwächt; der Anker schnellt in die Höhe, schlägt gegen den Auslösehebel und kuppelt die Druckachse mit dem Laufwerk (Seite 155). In dem Augenblick, wo der Anker den Auslösehebel berührt, wird die Leitung über das Gestell A, Anker und Auslösehebel mit dem Körper des Apparates verbunden, sodaß der Elektromagnet umgangen (kurzgeschlossen) wird. Einen Augenblick später verläßt der Daumen D die isolierte Feder F_3 und unterbricht die Verbindung vom Elektromagnet nach dem Körper. Inzwischen ist der Elektromagnet stromlos geworden und hat seinen früheren stärkeren Magnetismus wieder erlangt; der Anker ist ihm aufgelegt worden (S. 156), und

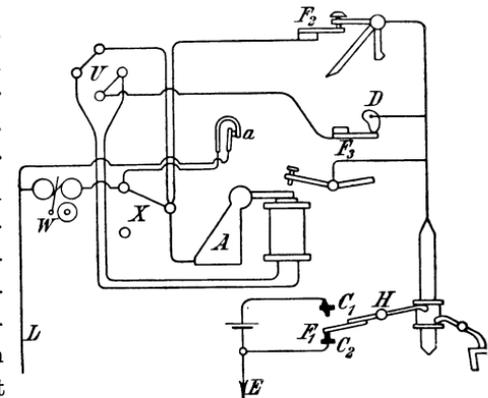


Fig. 247.

Hughesapparat mit elektrischer Auslösung.

er hält ihn fest, weil auch der Stromstoß abgelaufen ist. Die Druckachse hat ihren Umgang vollendet, und der Apparat ist zum Empfang eines neuen Zeichens bereit.

Bei elektrischer Auslösung ist der Stromweg nur wenig anders: vom Ausschalter X zum Umschalter U, Elektromagnet, zu U zurück, F_3 , D, Körper, H, C_2 , Erde. Der Verlauf des Stromempfangs ist genau derselbe wie eben geschildert.

Der abgehende Strom wird aus der Batterie dadurch entnommen, daß eine Taste einen Stift aus der Stiftbüchse in die Höhe drückt, welcher die Hülse auf der Schlittenachse herunter zieht und damit das andere Ende des Hebels H heraufbewegt. Hierdurch schlägt die Batteriefeder an den Arbeitskontakt C_1 , der Strom geht über die Batteriefeder zum Ausschalter X und von da gleich in die Leitung. Zugleich bringt der Hebel H mit Hilfe einer Stange den Anker zum Abfallen, sodaß die Kuppelung eingreifen kann; der Apparat wird also mechanisch ausgelöst und drückt den abgehenden Buchstaben. Ist der Schlitten über den Stift weggeglitten, so geht die Hülse wieder in die Höhe, der Hebel H kehrt in die gezeichnete Stellung zurück; auch der Auslösehebel nimmt wieder die Stellung ein, in der er am Schlusse einer Umdrehung die Druckachse wieder abkuppelt.

Bei elektrischer Auslösung nimmt der abgehende Strom vom Batteriekontakt seinen Weg über den Körper, Daumen D, isolierte Feder F_3 , Umschalter U, Elektromagnet, zu U zurück, Ausschalter X. Der abgehende Strom schnellt hier, wie der ankommende, den Anker des Elektromagnets ab und der Apparat drückt beim Geben ebenso wie beim Empfangen.

Der Elektromagnet liegt bei elektrischer Auslösung im ersten Augenblick der Stromsendung im Stromweg und schwächt dadurch den Strom. Doch dauert dies nur sehr kurze Zeit, weil sofort der abschnellende Anker bei der Berührung des Auslösehebels den Elektromagnet kurz schließt. Außerdem muß der Elektromagnet bald auf den ankommenden, bald auf den stärkeren abgehenden Strom ansprechen, was umständliches Regulieren, unter Umständen auch Umschalten in U, erfordert. Die mechanische Auslösung bietet die Vorteile, daß die Stromschwächung vermieden wird, und daß der Elektromagnet immer nur auf den ankommenden Strom anzusprechen hat.

Man sieht, daß sofort nach Beendigung des zeichengebenden

Stromes die Leitung über den Anker, den Auslösehebel und den Körper des Apparates an Erde gelegt wird; diese Verbindung dient zu rascher Entladung der Leitung.

So oft der Anker von dem Elektromagnete losgerissen oder auf ihn zurückgeführt wird, induziert der Magnetismus der Kerne in den umgebenden Spulen elektromotorische Kräfte. Beim Losreißen hat die EMK die Richtung des eintretenden Stromes (vgl. Seite 41); sie kann somit keine Störung verursachen. Beim Zurückgehen des Ankers ist der Elektromagnet über den Umschalter U einerseits mit dem Daumen D und dem Körper des Apparates, andererseits über das Gestell A mit dem Auslösehebel und dem Körper verbunden. Während der Niederbewegung des Ankers, d. i. also in der Zeit, wo die Induktion stattfindet, hätte man also einen in sich geschlossenen Stromkreis, wodurch das Ansteigen des Magnetismus in den Kernen des Elektromagnets verlangsamt würde. Da aber der Daumen D die Verbindung unterbricht, ehe noch der Anker zurückgeht, so kann der Selbstinduktionsstrom sich nicht entwickeln.

Hughes - Übertragung. Die Schaltung (Fig. 248) unterscheidet sich in einem Punkte von der gewöhnlichen Übertragung, Fig. 226. Wenn der von links eintretende Strom, welcher durch die Windungen des rechten Relais fließt, die Zunge des letzteren an den Arbeitskontakt legt, so fließt von der rechten Batterie aus nicht nur, wie bei jeder Übertragung, ein Strom in die rechte Leitung, sondern zugleich auch über den Widerstand w_2 durch die Windungen von R_2 zur Erde. Dieser letztere Strom muß im Relais die entgegengesetzte Richtung, wie der aus L_1 kommende, besitzen, damit er sofort und aufs rascheste die Zunge von R_2 an den Ruhekontakt zurücklegt.

Als Relais benutzt man für oberirdische Leitungen entweder Siemenssche polarisierte Relais oder deutsche polarisierte Relais großer Form mit hintereinander geschalteten Rollen; letztere Relais werden auf Anziehung eingestellt. Die Widerstände w

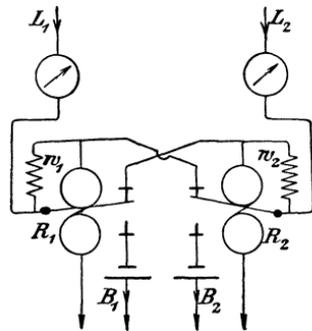


Fig. 248.

Hughes - Übertragung.

erhalten den $1\frac{1}{2}$ fachen Wert des Widerstandes der anliegenden Leitung. Für unterirdische Leitungen benutzt man deutsche polarisierte Relais großer Form mit parallel geschalteten Rollen oder polarisierte Relais mit drehbaren Kernen. Die Widerstände w sind $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ so groß wie die der anliegenden Leitungszweige.

Das Weckerrelais (vgl. S. 138) wird als Teil von w_1 und w_2 eingeschaltet.

D. Schaltung für lange Seekabel.

Die Enden einer langen Kabellinie haben in der Regel wegen ihres großen Abstandes ein merklich verschiedenes elektrisches Potential. Wollte man sie durch eine metallische Leitung verbinden, so würde durch letztere ein ziemlich starker Strom fließen,

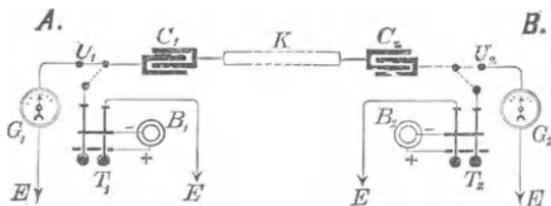


Fig. 249.

Schaltung für ein langes Seekabel.

der die Empfangsapparate beeinflussen würde. Daher schaltet man vor beide Enden des Kabels Kondensatoren C_1 , C_2 (Fig. 249). Es möge z. B. von A nach B telegraphiert werden; dann ist der Umschalter U_1 in der punktierten Stellung, U_2 steht wagerecht; G_1 (als Spiegelgalvanometer, S. 178, gedacht) ist aus-, G_2 eingeschaltet. Wir drücken den linken Hebel von T_1 , wodurch der — Pol von B_1 an Erde, der + Pol an C_1 gelegt wird. Der Kondensator lädt sich, und zwar sammelt sich links +, auf der dem Kabel zugewandten Belegung — Elektrizität. Letztere wird in dem isolierten Kabel geschieden; die gleiche Menge + Elektrizität strömt also nach dem Kondensator C_2 , lädt dessen Kabelseite +, sodaß die Empfangsseite — wird. Diese — Elektrizität muß aus der Erde zuströmen. Ein Strom negativer Elektrizität von der Erde her nach C_2 ist gleichbedeutend mit einem Strom positiver Elektrizität von C_2 auf die Erde zu. Die Wirkung auf G_2 ist demnach trotz Einschaltung der beiden Kondensatoren dieselbe, als wenn die Leitung ohne Kondensatoren von A nach B ginge,

allerdings, und das ist ja der Zweck, nur während der Zeit, in der die Ströme sich ändern.

Die Kabelleitungen werden in der Regel mit Gegensprechen betrieben. Die in Emden gebräuchliche Schaltung entsteht aus Fig. 254, Seite 289, indem man auf beiden Stationen zwischen dem Widerstand Z_a und die Leitung und zwischen Z_b und das künstliche Kabel K einen Kondensator einschaltet. Zu einer anderen, der Harwoodschen Schaltung, gelangt man, wenn man zunächst Geber und Empfänger vertauscht. Der Heberschreiber kommt zwischen den Scheitelpunkt von Z_a und Z_b und die Erde, der Geber in die Diagonale. Durch diese Vertauschung wird nichts Wesentliches geändert, wie man sich leicht aus Fig. 252 überzeugen kann. Denn der Batteriezweig $a b$ und der Apparat-zweig $c_1 c_2$ sind gleichberechtigte Diagonalen in dem Widerstands-viereck. Die Kondensatoren liegen wie bei der vorigen Schaltung.

IV. Mehrfache Telegraphie.

Der kostspieligste Teil einer Telegraphenanlage ist die Leitung. Es ist also von großer wirtschaftlicher Bedeutung, diese nach Möglichkeit auszunutzen, was auf verschiedene Weise geschehen kann.

Entweder verwendet man rascher arbeitende Apparate, oder man schickt mehrere Telegramme gleichzeitig durch die Leitung, oder schließlich man benutzt beide Mittel gleichzeitig.

Hier soll zunächst nur von dem an zweiter Stelle genannten Mittel die Rede sein, und zwar in seiner Anwendung auf die einfachste Betriebsweise, den Morsebetrieb.

Verbindet man zwei Ämter A und B so miteinander, daß zu gleicher Zeit von A nach B und von B nach A telegraphiert werden kann, so nennt man das Verfahren Gegensprechen (Duplex).

Ist die Schaltung so eingerichtet, daß von A nach B gleichzeitig zwei Telegramme gesandt werden können, so nennt man dies Doppelsprechen (Diplex).

Kann man gleichzeitig zwei Telegramme von A nach B und zwei in der entgegengesetzten Richtung senden, so hat man Doppelgegensprechen (Quadruplex).

Ist die Zahl der gleichzeitig zu befördernden Telegramme nicht durch die Schaltung selbst beschränkt, wie bei den vorher

genannten Verfahren, so spricht man von Vielfachtelegraphie (Multiplex).

Doppelsprechen für sich allein wird nicht benutzt.

In ihrer physikalischen Grundlage unterscheiden sich die genannten Verfahren zunächst in einem wesentlichen Punkte. Duplex, Diplex und Quadruplex benutzen Schaltungen, bei denen die Telegraphierströme der verschiedenen Telegramme tatsächlich gleichzeitig in die Leitung gelangen. Bei der Multiplex-Telegraphie aber beruht das am meisten gebrauchte Verfahren auf dem Gedanken, die Leitung in raschem Wechsel zur Verbindung je eines von mehreren Paaren zusammenarbeitender Apparate zu benutzen, so daß allerdings in jedem Augenblick nur der Strom eines einzigen Gebers in der Leitung fließt. Man nennt daher die ersteren Arten der Mehrfachtelegraphie gleichzeitige, die letztere wechselzeitige*).

A. Gleichzeitige Mehrfachtelegraphie.

Der Empfangsapparat darf durch den abgehenden Strom des eigenen Amtes nicht bewegt werden, obgleich er stets im Stromwege liegen muß. Nach der Art, wie diese Bedingung erfüllt wird, unterscheidet man die verschiedenen Verfahren.

Differentialschaltung. Die ersten Verfahren zur Mehrfachtelegraphie wurden schon bald nach der praktischen Einführung des elektrischen Telegraphen angegeben. Der erste Vorschlag wurde 1853 von Gintl, einem Österreicher, gemacht; sein Verfahren hat praktisch keine Bedeutung gewonnen. Im folgenden Jahre wurde von Frischen und gleichzeitig von Siemens & Halske ein Verfahren angewendet, dessen Grundgedanke, die Differentialschaltung, noch heute ausgedehnte Verwendung findet. Der Elektromagnet des Empfangsapparates hat zwei gleiche Wickelungen, welche in Fig. 250 zu erkennen sind. In Wirklichkeit überdeckt jede die ganze Länge des Magnetkerns; die Zeichnung gibt sie nur der Deutlichkeit wegen nebeneinander an. Der ankommende

*) Statt wechselzeitig gebraucht man auch das Wort absatzweise. Indessen ist letzteres ein Adverbium, und es ist daher grammatikalisch unrichtig, von einer absatzweisen Mehrfachtelegraphie zu sprechen. Auch kommt der Unterschied des Verfahrens weniger zutreffend zum Ausdruck, als wenn man gleichzeitig und wechselzeitig gegenüberstellt.

Strom (Fig. 250) durchfließt von der Leitung L aus die eine Wickelung ungeteilt; dann findet er eine Ableitung zur Erde und es geht nur noch ein sehr kleiner Teil durch die zweite Wickelung und den Widerstand zur Erde. Der Elektromagnet zieht nun seinen Anker an. Der abgehende Strom (Fig. 251) kommt aus der Batterie an den Punkt, wo die beiden Wickelungen zusammenstoßen, und verzweigt sich hier. Die beiden Stromteile umfließen den Elektromagnet in entgegengesetzten Richtungen und heben sich daher in ihrer magnetisierenden Wirkung auf, wenn sie an Stärke gleich sind. Um letzteres zu erreichen, gleicht man den Widerstand W passend ab.

Wenn zwei derart ausgerüstete Ämter miteinander arbeiten, sind verschiedene Fälle zu unterscheiden. Jede der beiden Tasten kann

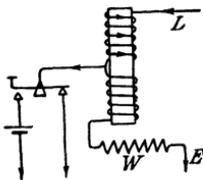


Fig. 250.
Differentialschaltung,
Empfangsstellung.

entweder in der Ruhe- oder in der Arbeits- oder in der Schwebelage sein. Wir brauchen aber diejenigen Fälle nicht mehr zu betrachten, wo eine der beiden Tasten in Ruhelage ist; denn dies ist schon durch Fig. 250 und 251 er-

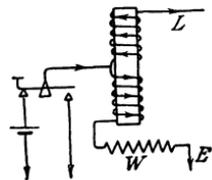


Fig. 251.
Differentialschaltung,
Gebestellung.

ledigt. Es bleiben nur noch drei Fälle übrig: einerseits Arbeits-, andererseits Schwebelage, beiderseits Schwebelage und beiderseits Arbeitslage.

Zur Erklärung des ersteren Falles dient Fig. 250, wenn wir uns die Taste vom Ruhekontakt abgehoben und noch nicht auf den Arbeitskontakt niedergedrückt denken. Auf der fernen Station ist die Taste in Arbeitslage, daher kommt der Strom durch die Leitung. Wie man sieht, fließt er jetzt nicht nur durch die eine, sondern durch beide Wickelungen; allerdings ist wegen des Widerstandes W seine Stärke nur halb so groß, aber die Windungszahl ist die doppelte, da er die Windungen im gleichen Sinne durchfließt; der Anker wird demnach ebenso angezogen, wie bei Ruhelage der Taste.

Haben die Ämter beiderseits Schwebelage, so gelangt kein Strom in die Leitung.

Im dritten Fall werden beiderseits die Batterien an die Leitung geschaltet. Liegen sie mit gleichen Polen an der Leitung,

so heben sich in dem Kreis, der die Leitung enthält, ihre gleichen elektromotorischen Kräfte auf, und es fließt kein Strom durch die Leitung, also auch nicht durch die mit der Leitung verbundenen Wicklungen der Elektromagnete. Wohl aber fließen beiderseits die Ströme durch die anderen Wicklungen, und beide Elektromagnete ziehen ihre Anker an.

Brückenschaltung. Auf Seite 24 ist gezeigt worden, daß die Diagonale in einem Widerstandsviereck stromlos bleibt, wenn die Widerstände in einem bestimmten Verhältnis stehen. Dies wird benutzt, um den Empfangsapparat des gebenden Amtes von der Einwirkung des abgehenden Stromes frei zu halten.

Fig. 252 zeigt ein Widerstandsviereck $a c_1 b c_2$ mit einer Brücke $c_1 c_2$ und einem Batteriezweig. In der Brücke fließt kein

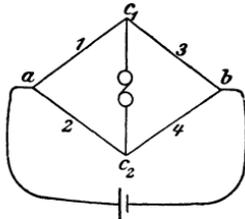


Fig. 252.

Wheatstonesche Brücke.

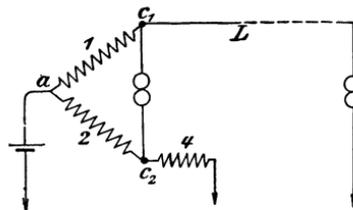


Fig. 253.

Wheatstonesche Brücke mit einer Telegraphenleitung.

Strom, wenn $w_1 : w_2 = w_3 : w_4$. Wir fügen nun in dieses Viereck an Stelle des Zweiges 3 eine Telegraphenleitung L (Fig. 253) mit dem Empfangsapparat am fernen Ende und Erde. Dies bedingt, daß der Punkt b der Fig. 252 an Erde gelegt wird, daß also auch der Zweig 4 und der Batteriezweig zur Erde führt, wie dies in Fig. 253 dargestellt wird. Wenn mit L der Widerstand der Leitung und des ganzen Amtes am fernen Ende bis zur Erde verstanden wird, so ist nun die Brücke $c_1 c_2$ stromlos, wenn $w_1 : w_2 = L : w_4$. Das ferne Amt muß natürlich ebenso mit einer Stromverzweigung ausgerüstet werden. Auch müssen beide Ämter zum Geben Tasten bekommen, die in den Batteriezweig geschaltet werden. Fig. 254 zeigt die vollständige Anordnung. Bei den Tasten ist die Schwebelage vermieden; dies ist nötig, weil während der Schwebelage der Widerstand des Amtes für den ankommenden Strom viel höher wäre, als in einer der beiden Endlagen. Drückt

man in Amt I auf die Taste T_1 , so legt sie die Batterie B_1 an t_1 an, ehe sie letzteren Hebel von dem Zweig mit dem Widerstande w_1 abhebt; dieser ist gleich dem Batteriewiderstand. Nun tritt der Strom aus B in die Verzweigung ein; wenn die Widerstände Z_a und Z_b einander gleich, und der Widerstand K_1 gleich dem Widerstande der Leitung bis zur Erde im fernen Amte ist, so teilt sich der Strom in zwei gleiche Teile, von denen der eine über K_1 zur Erde geht, während der andere in die Leitung fließt. Der eigene Empfangsapparat R_1 (meist ein Relais) bleibt stromlos. Auf dem fernen Amte verzweigt der Strom sich wieder, ein Teil geht über R_2 , ein anderer Teil durch die Verzweigungswiderstände; von letzteren fließt wieder ein Teil über t_2 und w_2 zur Erde, das übrige ver-

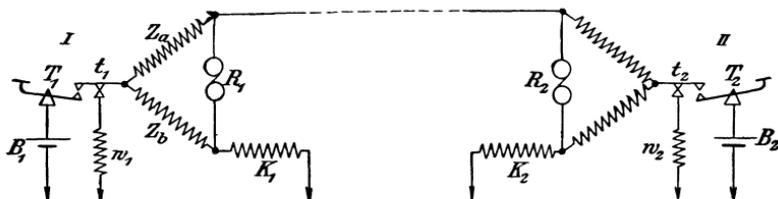


Fig. 254.

Brückenschaltung zum Gegensprechen.

einigt sich mit dem Stromteil, der den Empfänger R_2 durchflossen hat, und gelangt über K_2 zur Erde.

Ebenso verhält sich der Stromverlauf, wenn vom anderen Amte aus gearbeitet wird, während die Taste in I keinen Strom sendet.

Eine besondere Betrachtung ist nötig für den Fall, daß beide Tasten gleichzeitig Strom senden. Wenn, wie es nach Fig. 254 der Fall ist, B_1 und B_2 mit gleichen Polen an der Leitung liegen, so würde an beiden Enden der letzteren das gleiche Potential herrschen, und es würde kein Strom durch die Leitung fließen. In diesem Fall ändert sich nichts an der Stromverteilung, wenn wir uns die Leitung durchgeschnitten denken; dann liegt aber auf jeder Seite die Batterie in einem verzweigten Kreise, und in einem der Zweige liegt der Apparat. Daß in diesem Falle die Brückenweige nicht stromlos bleiben, rührt daher, daß durch die Einschaltung der Batterie in den Zweig 3 (Fig. 252) das Gleichgewicht gestört wird.

Das Gegensprechen wird in der Reichstelegraphie in ober- und unterirdischen Linien mit dem Hughes-Apparat betrieben. Die Schaltungen hierzu sind zwar in ihren Grundlagen die gleichen, wie die beschriebenen; indessen erscheinen sie durch die Eigentümlichkeiten des Hughes-Apparates etwas verwickelt; vgl. S. 293.

Auf den langen Seekabeln wird meist zur besseren Ausnützung der äußerst kostspieligen Leitung mit Gegensprechen gearbeitet.

Künstliche Leitung. Bei den beiden beschriebenen Methoden werden Widerstände, W in Fig. 251, K in Fig. 254, benutzt, um das Gleichgewicht im Stromlauf herzustellen, damit der Apparat nicht auf den Strom des eigenen Amtes anspricht. Damit dieses Gleichgewicht in jedem Augenblick bestehe, ist nötig, daß diese Widerstände die Eigenschaften der wirklichen Leitung besitzen.

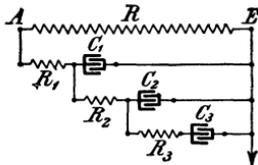


Fig. 255.
Künstliche Leitung.

Neben einer kürzeren oberirdischen Leitung genügt als künstliche Leitung ein einfacher Widerstand. Bei langen oberirdischen und bei unterirdischen Leitungen muß neben dem Leitungswiderstand auch die Kapazität nachgebildet werden; dies geschieht durch die Schaltung nach Fig. 255, worin R annähernd dem Leitungswiderstand, die Summe der Kondensatoren $C_1 + C_2 + C_3$ annähernd der Kapazität der Leitung gleich sind. Die Widerstände R_1, R_2, R_3 , Verzögerungswiderstände, dienen dazu, die Wirkung der Kondensatoren auf eine etwas längere Zeit zu verteilen, um so der verteilten Kapazität der Leitung (Fig. 49) näher zu kommen. In manchen Fällen muß sogar die Selbstinduktion der Leitungen durch Einschaltung von Induktanzrollen nachgebildet werden.

Doppelsprechen. Von den vielen Verfahren möge nur dasjenige beschrieben werden, das in Verbindung mit einer Gegensprechmethode als Doppelgegensprechen praktisch verwendet wird. Zum Geben dienen zwei Tasten T_1 und T_2 (Fig. 256 a). Die Leitung liegt bei Ruhelage von T_1 am Pol -1 der Batterie. Wird T_1 gedrückt, so tritt nur ein Wechsel in der Polrichtung, nicht aber in der Stärke der Batterie ein; denn der Weg führt dann nach dem Pol $+1$. Drückt man aber die Taste T_2 nieder, so legt sich h_3 an den darüberstehenden Kontakt, wodurch die Leitung mit dem vorderen, vom übrigen isolierten Teil von T_1 in Berührung kommt. Bei Ruhestellung von T_1 liegt sie dann am Pol -3 , bei

Arbeitsstellung am Pol + 3. Man sieht also, daß die Taste T_1 nur die Polrichtung bestimmt, ohne auf die Stärke der Batterie einen Einfluß zu haben, während T_2 nur die Stärke der Batterie bestimmt.

Als Empfänger schaltet man in die Leitung einen polarisierten und einen neutralen Apparat hintereinander. Der erstere bewegt seinen Hebel, wenn der Strom seine Richtung ändert; er spricht schon bei der geringeren Stromstärke an. Auf den letzteren wirken beide Stromrichtungen gleichartig; aber er ist so unempfindlich

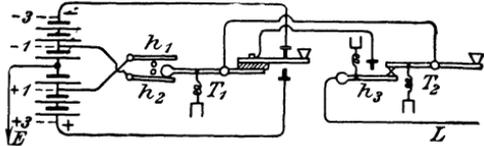


Fig. 256 a.
Schaltung zum Doppelsprechen.

gestellt, daß er nur bei der höheren Stromstärke anspricht, Hiernach spricht der polarisierte Apparat nur auf die Bewegungen von T_1 , der neutrale nur auf die von T_2 an.

Doppelgegensprechen. Das Doppelsprechen wird nur in Verbindung mit einer Gegensprechmethode benutzt. Führt man die Leitung L in Fig. 256 a an den Eckpunkt einer Brückenordnung (Fig. 254), während man in den Brückenweig die beiden Empfänger hintereinander legt, so hat man eine Quadruplexschaltung. Ebenso kann man L an den Verzweigungspunkt am Elektromagnet in Fig. 250 führen. Die beiden Empfänger müssen differential gewickelt sein; die Wickelungen des zweiten Empfängers werden jede hinter eine der Wickelungen des ersten geschaltet. Der Quadruplex wird in England und Nordamerika viel gebraucht.

Mehrfaches Fernsprechen und gleichzeitiges Telegraphieren und Fernsprechen.

In den Scheitel der Fernsprech-Doppelleitung L_a, L_b (Fig. 256 b) wird ein Differentialmagnet wie in Fig. 250 gelegt, während der Fernsprecher (eine vollständige Sprechstelle) in B angeordnet wird. Die aus der Leitung ankommenden und die in B erzeugten Fernsprechströme finden als rasch wechselnde Ströme in der Magnetbewicklung, deren beide Teile sie hintereinander zu durchfließen haben, eine sehr große Selbstinduktion; sie können also nicht durch die Magnetwicklung gehen. Am

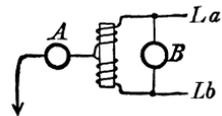


Fig. 256 b.
Gleichzeitiges Fernsprechen und Telegraphieren.

Scheitel des Differential-Elektromagnetes kann man nun einen anderen Apparat, z. B. einen Morse- oder Hughes-Apparat anschalten. Dessen Ströme umfließen den Elektromagnet in entgegengesetzten Richtungen. Da sie sich in die beiden gleichen Zweige verteilen, sind sie an Stärke gleich und magnetisieren den Magnet nicht, finden demnach hier auch keine Selbstinduktion. Sie gehen also ungehindert in die Leitung. Der Apparat B liegt für diese Ströme in der Brücke, an deren Enden jederzeit das gleiche Potential herrscht; daher dringen die von A kommenden Ströme nicht in B ein. Wenn allerdings die beiden Zweige der Leitung nicht mehr genau gleich sind — es genügen schon mäßige

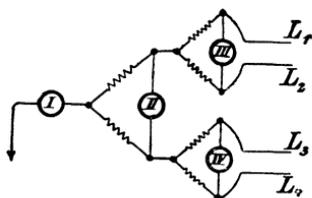


Fig. 256 c.

Mehrfaches Fernsprechen
und gleichzeitiges Telegraphieren.

Isolationsfehler und kleine Verschiedenheit in der Kapazität —, so bleibt auch die Brücke nicht von den Strömen aus A frei und man hört im Fernsprecher die Morse- oder Hughesgeräusche.

Fig. 256 c zeigt, wie man auf 4 Drähten gleichzeitig drei Ferngespräche führen und außerdem noch telegraphieren kann. Mit dem Fernsprecher III spricht man in der Doppelleitung $L_1 L_2$, mit IV in $L_3 L_4$; der Fernsprecher II benutzt als einen Zweig der Doppelleitung die parallel geschalteten Drähte $L_1 L_2$, als den anderen $L_3 L_4$, spricht also unter Ausschluß der Erde über vier Drähte, und der Hughes- oder Morseapparat I benutzt die vier Drähte nebeneinander wie eine Einzelleitung mit Erde.

B. Wechselzeitige Mehrfachtelegraphie.

Der Vorgang des Telegraphierens läßt sich in mehrere Teile zerlegen, in die mechanischen Bewegungen des Gebers und des Empfängers und die eigentliche Stromsendung. Die letztere läßt sich auf einen kurzen Augenblick beschränken, während die ersteren einen verhältnismäßig längeren Zeitraum in Anspruch nehmen. Statt nun während dieser Vorbereitungszeit die Leitung unbenutzt zu lassen, kann man sie inzwischen benutzen, um die Stromsendungen anderer Apparate zu befördern, die ihre Vorbereitung zur Stromsendung beendet haben.

Zu diesem Zwecke ist ein Paar sog. Verteiler erforderlich, welche auf den beiden Ämtern, die in Verkehr stehen, sich be-

finden, und die sich genau gleich geschwind drehen. Jeder Verteiler (Fig. 256 d) besteht aus einer feststehenden Scheibe mit mehreren, z. B. 6, von einander isolierten Sektoren und einer über diese streichenden, an der Drehachse befestigten Bürste. Die Bürsten stehen beiderseits mit der Leitung in Verbindung, die Sektoren mit Apparaten, von denen die Figur nur den einen, an den ersten Sektor angeschlossenen Satz zeigt. Der umlaufende Verteilerarm verbindet zu jeder Zeit je einen Apparatsatz der beiden, an den Enden der Leitung liegenden Ämter mit einander. Die Sätze wechseln in ihrer Reihenfolge. Bei der praktischen Ausführung ist es nötig, den Gleichlauf der beiden Bürsten sehr genau zu regulieren. Zu diesem Zwecke werden in der Regel außer den mit Apparaten verbundenen Sektoren noch ein oder zwei besondere, nur zur Regulierung dienende Sektoren eingesetzt.

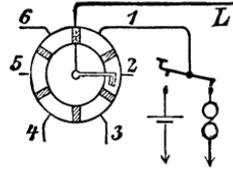


Fig. 256 d.
Verteiler für wechselzeitige
Mehrfachtelegraphie.

Es ist natürlich möglich, einen solchen Mehrfachtelegraphen zugleich noch in Gegensprechschaltung zu betreiben, sodaß die Leitung in jedem Augenblick nicht nur ein Paar Apparate, wie in Fig. 256 d dargestellt, sondern deren zwei Paare verbindet.

Telegraphen dieser Art sind der von Baudot, der in Frankreich eingeführt ist und seit 1901 in Berlin im Betriebe steht, und der von Rowland, mit dem in Berlin ein größerer Versuch gemacht worden ist. Eine Beschreibung des Baudotschen Telegraphen findet man im vierzehnten Abschnitt.

C. Gegensprechen mit dem Hughesapparat.

Zur praktischen Ausführung des Gegensprechbetriebs mit Hughesapparaten wird auf oberirdischen und kurzen unterirdischen Leitungen die Brückenschaltung, auf längeren unterirdischen Leitungen und bei Übertragungen die Differentialschaltung verwendet.

Fig. 257 stellt die Brückenschaltung dar; die wesentlichen Erläuterungen sind unter der Figur angegeben.

Der abgehende Strom nimmt den Weg, der durch die stark ausgezogene Linie angegeben wird; beim Verzweigungswiderstand V (2 mal 1000 Ohm) geht ein Teil des Stroms auf dem stark gestrichelten Weg durch die künstliche Leitung (vgl. Fig. 255) über die Klemme 7

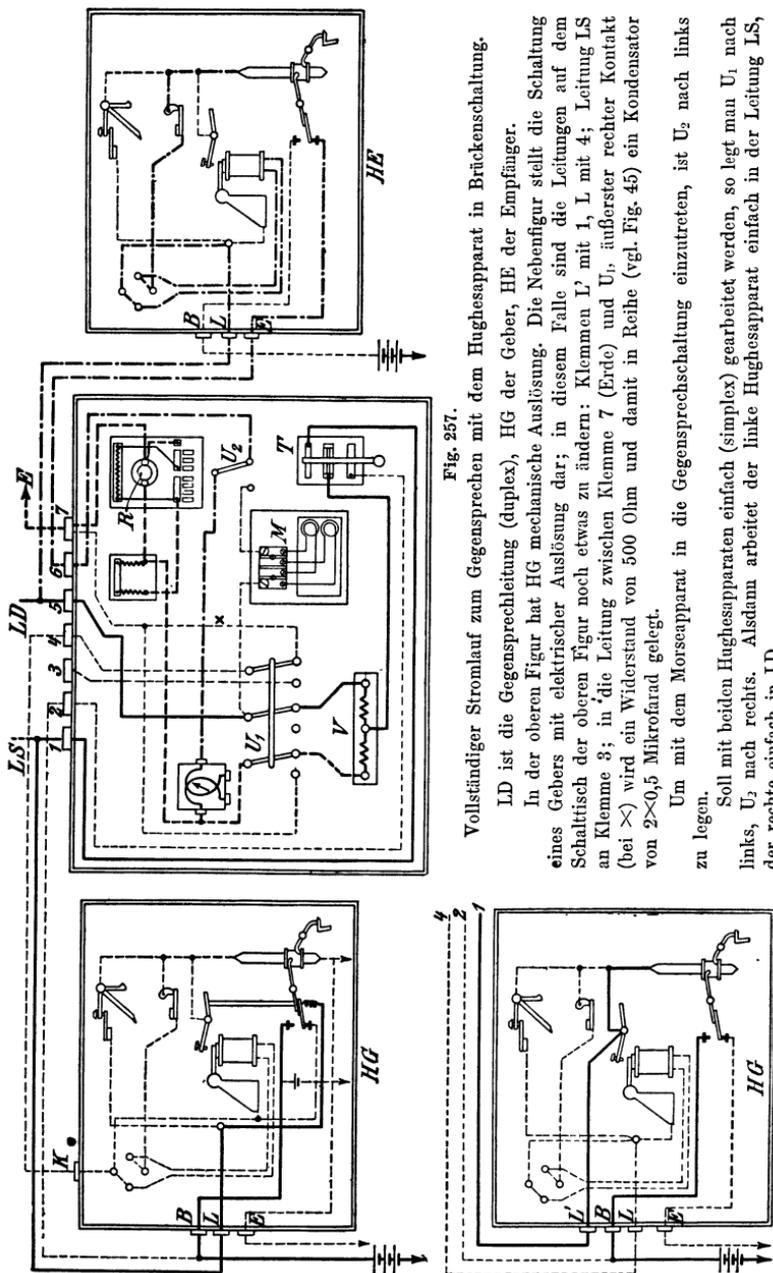


Fig. 257.

Vollständiger Stromlauf zum Gegensprechen mit dem Hughesapparat in Brückenschaltung.
 LD ist die Gegensprechleitung (duplex), HG der Geber, HE der Empfänger.

In der oberen Figur hat HG mechanische Auslösung. Die Nebenfigur stellt die Schaltung eines Gebers mit elektrischer Auslösung dar; in diesem Falle sind die Leitungen auf dem Schaltisch der oberen Figur noch etwas zu ändern: Klemmen L' mit 1, L mit 4; Leitung LS an Klemme 3; in 'die Leitung zwischen Klemme 7 (Erde) und U₁, äußerster rechter Kontakt (bei ∞) wird ein Widerstand von 500 Ohm und damit in Reihe (vgl. Fig. 45) ein Kondensator von 2×0,5 Mikrofarad gelegt.

Um mit dem Morseapparat in die Gegensprechschaltung einzutreten, ist U₂ nach links zu legen.

Soll mit beiden Hughesapparaten einfach (simplex) gearbeitet werden, so legt man U₁ nach links, U₂ nach rechts. Alsdann arbeitet der linke Hughesapparat einfach in der Leitung LS, der rechte einfach in LD.

zur Erde. Der Empfangsapparat HE liegt in der Brücke und bleibt daher vom abgehenden Strom frei. Die Magnetspulen des Gebers sind durch die Leitung über K, 4, U_1 , 7 kurzgeschlossen. Der ankommende Strom geht von LD nach rechts über die strichpunktirierte Linie zum Empfangsapparat und von dessen Erdklemme zur Klemme 6, U_2 , Galvanoskop, künstliche Leitung zur Erde. Man darf nicht die Erdklemme des Empfangsapparates unmittelbar an Erde legen, weil der Kurzschluß, der beim Auslösen des Apparates eintritt, das Gleichgewicht der Brücke erheblich stören würde. Ein Teil des ankommenden Stromes geht auch von der Klemme 5 über U_1 und durch die beiden Widerstände von V, um sich hinter dem Galvanoskop mit dem Stromteil, der durch den Empfänger geflossen ist, zu vereinigen. Ein Teil dieses Stromteils schlägt von der Mitte von V an den Weg über T, 1, L des Gebers, Ruhekontakt, Klemme K, 4, U_1 , 7 zur Erde ein. Alle diese Nebenwege brauchen nicht abgesperrt zu werden; die Widerstandsverhältnisse sind so bemessen, daß keine Störungen durch die Nebenströme verursacht werden.

Hierbei ist angenommen worden, daß der Gebeapparat mechanische Auslösung besitzt. Wird auch hier ein Apparat mit elektrischer Auslösung benutzt, so sind die Verbindungen etwas zu ändern, wie die Nebenfigur zeigt, und wie es unter der Figur besonders angegeben ist. Der abgehende Strom fließt über den Körper des Gebers, Klemme L' , 1 und weiter, wie vorher beschrieben. Beim Einfachbetrieb gelangt der Strom aus der Leitung LS, welche nun an der Klemme 3 liegt, über U_1 , Klemme 4, L zum linken Apparat.

Die Differentialschaltung wird durch Fig. 258a dargestellt. Es ist hier der schematische Stromlauf angegeben, weil bei einer Aufstellung ähnlich der Fig. 257 die zahlreichen Leitungen weit schwieriger zu verfolgen sein würden.

LD ist die Gegensprechleitung, HG der Geber, HE der Empfänger, beide mit elektrischer Auslösung. Wenn der Geber mechanische Auslösung besitzt, wird er wie in Fig. 257 geschaltet.

Um mit dem Morseapparat M in die Gegensprechschaltung einzutreten, legt man den Umschalter V um.

Soll mit beiden Hughesapparaten einfach gearbeitet werden, so legt man den vierfachen Umschalter um. HG arbeitet dann einfach in der Leitung LS, HE in LD.

JS ist der Induktionsschutz nach S. 57. Das Differentialgalvanometer erhält noch, wie in Fig. 258 b, einen Querkondensator, um rasch verlaufende Stromstöße durchzulassen.

Der abgehende Strom nimmt zunächst den nach Art der Eisenbahnlinien dargestellten Weg über die Morsetaste zum Differentialrelais, das er, wie auch das Differentialgalvanometer, nicht beeinflusst. Bei dem vierpoligen Umschalter trennt er sich und fließt einerseits in die künstliche, andererseits in die wirkliche Leitung. Der ankommende Strom gelangt von LD durch nur eine Windung des Galvanometers und die Hälfte der Relaiswindungen, Morsetaste und Körper von HG zur Erde. Das Relais spricht an und schließt den Ortsstrom des Hughes-Empfängers (strichpunktirt).

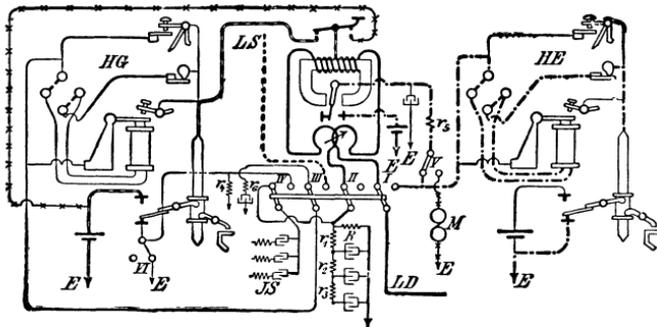


Fig. 258 a.

Hughes - Gegensprechen in Differentialschaltung.

Damit der Gegensprechbetrieb gut von statten gehe, muß vor allem die künstliche Leitung gut abgeglichen werden. Dies wird mit Hilfe des Galvanoskops ausgeführt; das letztere darf weder bei dauernder, noch bei kurzer Stromsendung einen Ausschlag oder eine Zuckung angeben. Die Zuckungen sind allerdings manchmal, z. B. bei langen Kabelleitungen nicht ganz zu beseitigen; sie sollen dann möglichst gering gemacht werden. Als besonderes Hilfsmittel kann man bei der Abgleichung einen empfindlichen Spannungsmesser oder den Undulator (S. 181) benutzen. Ein geeigneter Hilfsapparat ist dadurch gewonnen worden, daß man den Elektromagnet und Schreiber des Undulators mit einem Normal-Farbschreiber verbunden hat. Eingehende Anleitung zum Ab-

gleichen der künstlichen Leitung ist in der dienstlichen Anweisung zum Hughes-Gegensprechen zu finden.

Eine Übertragung in eine Hughes-Gegensprechleitung zeigt Fig. 258 b. Die beiden Leitungen L_1 und L_2 führen durch die beiden Hälften des Differentialrelais und die des Differentialgalvanometers hintereinander und dann durch die künstlichen Leitungen. Der ankommende Strom bewegt das zugehörige Differentialrelais, legt

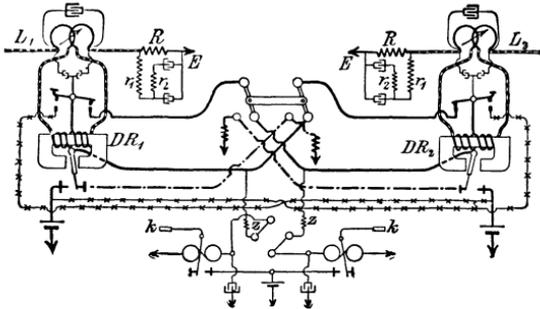


Fig. 258 b.

Übertragung in einer Hughesleitung zum Gegensprechen.

dessen Zunge an den Batteriekontakt und sendet den Strom ab, der sich hinter der Morsetaste, wie in Fig. 258 a, verzweigt. Der obere Umschalter dient zum Trennen, wenn man mit der Morsetaste geben will. Die untere Gruppe sind Relais, die mittels der großen Widerstände z abgezweigt sind und zum Anschluß der Mitlese-Hughesapparate (Klemmen k) dienen.

Achtzehnter Abschnitt.

Telegraphen-Betriebsstörungen.

Allgemeines.

Auf jeder Telegraphenleitung sowie auch innerhalb der Anstalten treten durch verschiedenartige Ursachen Störungen auf, die sich in den Apparaten bemerkbar machen.

Die Störungen zerfallen in zwei große Gruppen:

1. in solche, die auf den von der Elektrizität durchflossenen Wegen liegen.

2. in solche, die durch unrichtige Behandlung oder mangelhaftes mechanisches Ineinandergreifen von Apparateilen hervorgerufen werden.

Zur Beseitigung der Störungen müssen sofort die wirksamsten Maßregeln ergriffen werden, besonders auf denjenigen Leitungen, in welchen kleinere Telegraphen-Betriebsstellen eingeschaltet sind, weil solchen Anstalten meistens nur eine Leitung zur Verfügung steht und diese zum telegraphischen Verkehr vieler Ämter dienen muß. Daher muß auch der Beamte, der auf einer kleinen Telegraphen-Betriebsstelle den Telegraphendienst versieht, im stande sein, zunächst festzustellen, ob eine Störung innerhalb oder außerhalb des Amtes liegt.

Im ersteren Falle muß er im stande sein, die Störung sofort zu beseitigen.

Ist festgestellt worden, daß die Störung außerhalb des Amtes liegt, so hat der Beamte sich die Überzeugung zu verschaffen, ob die Störung innerhalb des dem Amte zugewiesenen Orts-Linienbezirkes liegt oder nicht. Trifft ersteres zu, so muß die Betriebsfähigkeit der Leitung, wenn irgend möglich, sogleich wieder hergestellt werden.

Endlich hat das Amt, wenn eine andere Betriebsstelle die Leitung untersucht, alle Verbindungen, zu deren Herstellung es aufgefördert wird, rasch und sicher auszuführen.

Die Erörterung der beiden zuletzt genannten Obliegenheiten des Amtes gehört zwar teilweise in die Telegraphen-Bautechnik; sie muß indessen, da die Erfüllung dieser Obliegenheiten einen wesentlichen Teil der Pflichten des Amtes bei der Beseitigung von Betriebsstörungen bildet, hier ihren Platz finden.

Der vorliegende Teil behandelt daher auch:

Störungen im Orts-Linienbezirk.

Verhalten bei Untersuchung von Leitungen durch andere Betriebsstellen.

I. Störungen in den von der Elektrizität durchflossenen Wegen.

Diese Störungen können von zweierlei Natur sein:

1. Unterbrechung des Stromweges,
2. Nebenschließung.

Unter letzterer versteht man:

- a) die Ableitung des Stromes zur Erde, sei diese Ableitung hervorgerufen durch unmittelbare Berührung des Drahtes mit der Erde oder durch Berührung des Drahtes mit fremden, den Strom zur Erde ableitenden Körpern, und auch
- b) die Berührung des Leitungsdrahtes mit einem oder mehreren andern Leitungsdrähten.

In beiden Fällen geht je nach dem Widerstande des Fehlers ein Teil des Stromes oder der ganze Strom nutzlos durch die Fehlerstelle verloren.

Den unter a aufgeführten Fall bezeichnet man oft mit dem Namen Erdschluß, den unter b aufgeführten mit Berührung.

A. Störungen in den Leitungen außerhalb der Ämter.

Ruhestrombetrieb.

Erscheinungen bei Unterbrechung. Die vollständige Unterbrechung des Stromweges an irgend einer Stelle kennzeichnet sich durch das Zurückgehen der Galvanoskopnadel auf den Nullpunkt und durch die Unbeweglichkeit der Nadel. Der Anker des Apparates fällt ab, und auf dem Papierstreifen erscheint ein ununterbrochener Strich.

Dieselben Erscheinungen treten in geringerem Maße auf, wenn an einem Punkte der Leitung ein unzulässig hoher Widerstand entsteht, z. B. wenn die Erdleitung durchgerostet ist, während die Teile des Drahtseiles noch zusammenhängen, oder wenn ein Draht in einer Klemme locker geworden und von Schmutz oder Rost umgeben ist.

Bei einer solchen unvollständigen Unterbrechung wird der Anker des Apparates schwächer angezogen, als im regelmäßigen Betriebe, er kann auch ganz abfallen. Wird noch Schrift hervorgebracht, so ist sie undeutlich; die Zeichen „laufen zusammen“.

Wenn mehrere Leitungen in dasselbe Amt eingeführt sind, so wirkt eine vollständige oder unvollständige Unterbrechung in der gemeinschaftlichen Erdleitung ähnlich wie eine Berührung der Leitungen untereinander, weil aus jeder Leitung in alle anderen Strom gelangt. Vgl. Seite 301 bis 305.

Erscheinungen bei unmittelbarer Berührung der Leitung mit der Erde. Nach der Seite, auf welcher der Erdschluß liegt, ist über diesen hinaus weder ein Amt zu errufen, noch kommt dessen Ruf an. Dabei spricht der eigene Apparat an, und bei

Zwischenstellen bleibt nach der nichtgestörten Seite hin gute Verständigung bestehen. Oft wird man einen stärkeren Ausschlag im Galvanoskop wahrnehmen, wenn z. B. in unmittelbarer Nähe eines Endamtes, oder wenn zu beiden Seiten einer Zwischenstelle etwa in einer Schleifleitung ein Erdschluß vorhanden ist.

Es sei, wie Fig. 259 veranschaulicht, die Leitung im Punkte X gerissen, sodaß beide Enden auf der feuchten Erde liegen.

Dann bildet die Leitung vom Amt I bis zum Punkte X eine für sich vollständig geschlossene Leitung mit den Batterien B und B₁; ebenso die Leitung von Amt IV bis zum Punkte X mit den Batterien B₂ und B₃. Die Ämter jedes Abschnitts können unter sich verkehren. Die Fehlerstelle X trennt die beiden Abschnitte:

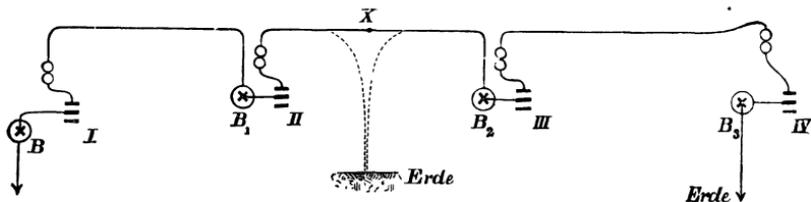


Fig. 259.

Ruhestromleitung, gerissen, beide Drahtenden an Erde.

sodaß Unterbrechungen mittels Tastendruckes in dem einen Abschnitt in dem andern nicht wirken.

Hängt die Leitung nur auf einer Seite bis zur Erde, auf der andern Seite dagegen in der Luft, so ist der letztere Abschnitt vollkommen unterbrochen, und die Erscheinungen der Unterbrechung treten auf dessen Ämtern auf.

Erscheinungen bei Berührung der Leitung mit fremden zur Erde ableitenden Körpern. Bei diesem Fehler treten die Erscheinungen des vorigen Falles in geringerem Grade auf, je nachdem der Weg zur Erde mehr oder weniger gut leitend ist.

Ist die Leitung z. B. mit nassen oder feuchten Baumzweigen in Berührung, so ist die Stromableitung größer, als wenn trockene Baumzweige berührt werden. Deshalb ist nicht ausgeschlossen, daß je nach der Witterung mehr oder minder gute Verständigung in der Leitung herrscht. Gewöhnlich kommt die Schrift der jenseits der Fehlerstelle gelegenen Ämter nicht mit der früheren Deutlichkeit an, die Zwischenräume der Zeichen erscheinen vergrößert, die Zeichen selbst verkürzt. Es entsteht „spitze“ Schrift.

Mehrere Fehlerstellen mit größerem Widerstande wirken wie eine einzelne Fehlerstelle mit geringerem Widerstande.

Es sei X (Fig. 260) wieder die Stelle, an der die Leitung mit einem zur Erde führenden Leiter in Berührung ist.

Wird nun z. B. auf Amt III die Taste gedrückt, so wird der Strom, der vom Amt IV und III kommt, und der nach Amt I und II aber auch durch XE zur Erde fließt, für den rechtsseitigen Abschnitt der Leitung von X aus unterbrochen, so daß III und IV gute Schrift erhalten.

Ferner ist ersichtlich, daß der aus B und B₁ kommende und über XE zur Erde gehende Strom, der früher durch die Batterien B₂ und B₃ verstärkt wurde, durch Unterbrechung dieser Batterien und durch den Widerstand der Ableitung XE soweit geschwächt

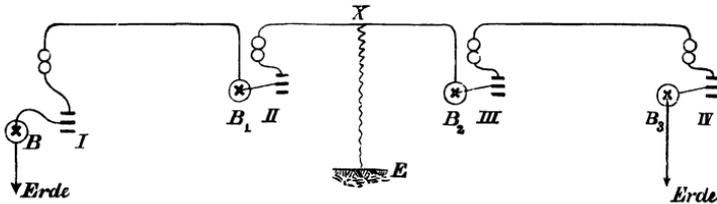


Fig. 260.

Ruhestromleitung mit Nebenschluß.

werden kann, daß er die Anker der Elektromagnete auf den Ämtern I und II nicht mehr niederzuhalten vermag. Die Apparate bei I und II können also noch ansprechen.

Ist der Widerstand XE jedoch so klein, daß der von B und B₁, durch XE abfließende Strom imstande ist, die Anker der Ämter I und II niederzuhalten, so ist jede Verständigung von dem rechtsseitigen Leitungsabschnitt her über X hinaus unmöglich. Man sieht, daß der Widerstand XE eine bestimmte Grenze nicht überschreiten darf, wenn auf der ganzen Linie noch eine, wenn auch mangelhafte Verständigung herrschen soll.

Es werden demnach, wenn auf einer Seite gesprochen wird, die Apparate der andern Seite schwach ansprechen, und zwar um so schwächer, je kleiner der Widerstand XE ist.

Erscheinungen bei Berührung von Leitungen unter sich. Berühren sich nur Ruhestromleitungen, so sind verschiedene Erscheinungen möglich.

In der Regel kommen auf dem Apparate des Amtes mehr

oder weniger deutliche Schriftzeichen von Ämtern anderer Leitungen an, oder von anderen Ämtern der Linie werden verworrene Zeichen auf dem Morsestreifen sichtbar.

Ähnliche Erscheinungen treten auf, wenn eine Ruhe- und eine Arbeitsstromleitung sich berühren. So lange auf der Arbeitsstromleitung nicht telegraphiert wird, geht auf sie ein Teil des Stromes von der Ruhestromleitung über und an den Endämtern der Arbeitsstromleitung zur Erde. Die Ableitung durch die Arbeitsstromleitung wirkt dann ähnlich, wie ein Erdschluß mit mehr oder minder bedeutendem Widerstande, wie dies oben beschrieben ist.

Sobald jedoch auf der Arbeitsstromleitung telegraphiert und dadurch Strom in diese Leitung geschickt wird, treten wieder

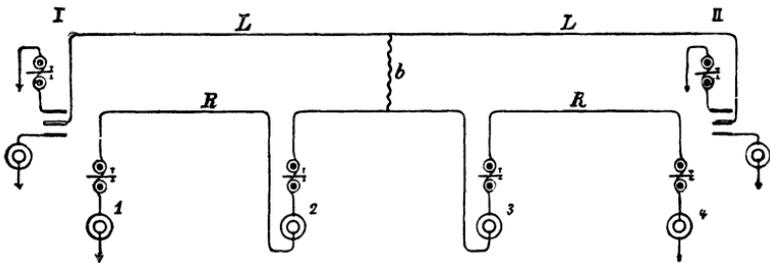


Fig. 261.

Berührung zwischen Arbeits- und Ruhestromleitung.

mehr oder weniger verworrene Zeichen auf, besonders dann, wenn auf beiden Leitungen zu gleicher Zeit gearbeitet wird.

Es kommt sogar vor, daß auf einem Teile der Ruhestromleitung ganz deutlich die Schrift eines in der Arbeitsstromleitung liegenden Amtes erscheint.

Dies ist dadurch zu erklären, daß der jedesmalige Strom der Arbeitsstromleitung den Ruhestrom in einem Teile der Ruhestromleitung aufheben kann, sodaß regelmäßige Schrift entsteht.

Dieser Fall wird aber nur auf den Ämtern des einen Teiles der Ruhestromleitung bis zur Berührungsstelle eintreten können.

Sendet ein Amt (Fig. 261) der Arbeitsstromleitung L Strom, und besteht bei b zwischen den Leitungen eine Berührung, so wirkt der Strom, da die Batterie auf den Ämtern der Arbeitsstromleitung mit dem Zinkpol an der Leitung und mit dem

Kupferpol an Erde liegt, den ebenso geschalteten Batterien 1 und 2 der Ruhestromleitung R entgegen.

In dem andern rechts liegenden Teil von R verstärken sich, wie leicht ersichtlich, beide Ströme. In diesem Leitungsabschnitt kann ein Verkehr zwischen den Ämtern 3 und 4 noch möglich bleiben; doch werden die Apparate wegen der wechselnden Stromstärke unregelmäßig anschlagen.

Besonders ist noch der Fall hervorzuheben, wenn ein Amt in einer Schleifleitung eingeschaltet ist und beide Schleifenzweige sich berühren oder durch einen leitenden Gegenstand mit einander verbunden sind.

Die Erscheinungen sind dann verschieden, je nachdem das Amt als Zwischenstelle mit 1 Apparat oder als Trennstelle mit 2 Apparaten eingerichtet ist.

a) Das Amt ist Zwischenstelle mit 1 Apparat.

Die Berührung in der Schleife hat zunächst auf den Verkehr der übrigen Ämter untereinander keinen Einfluß. Der Einfluß auf das in der Schleife liegende Amt hängt von der Größe des Widerstandes ab, den der Strom an der Berührungsstelle zu überwinden hat. Ist dieser Widerstand klein (z. B. bei Verschlingung der Leitungsdrähte oder Überliegen eines Drahtstückes), so ist das Amt vom Verkehr mit den übrigen Ämtern abgeschnitten und kann weder errufen werden noch andere Ämter errufen, obgleich der eigene Apparat auf Tastendruck im Amte gut anspricht. Das Galvanoskop wird in diesem Falle einen stärkeren Ausschlag zeigen.

Hat das Amt keine Batterie, so fällt der Anker des Apparates ab, das Galvanoskop zeigt keinen Strom an.

Ist der Widerstand der Berührungsstelle erheblich (Überliegen eines feuchten Körpers, z. B. Baumzweiges, Drachenschwanzes), so wird der Verkehr mit den übrigen Ämtern mehr oder weniger beeinträchtigt; der Grad, in dem dies stattfindet, hängt von der Größe des Übergangswiderstandes der Berührungsstelle ab. Ist der Einfluß so stark, daß der Apparat nicht mehr anspricht, so zeigt das Schwanken der Galvanoskopnadel (beim Arbeiten der übrigen Ämter) an, daß ein Fehler besteht.

Liegen von der Fehlerstelle aus bis zum Ende der Schleife mehrere Ämter in der Leitung, so können diese Ämter untereinander verkehren; im übrigen gilt für diese dasselbe, was vorhin für ein Amt erörtert wurde.

b) Das Amt ist Trennstelle.

Solange das Amt im Umschalter als Zwischenstelle mit einem Apparat geschaltet ist, treffen alle Erscheinungen und Folgerungen unter a) zu.

Sobald das Amt Trennstellung einnimmt, ändern sich die Erscheinungen. Es seien $Z_1 Z_2$ (Fig. 262) die beiden Zweige der Schleife einer Ruhestromleitung L mit dem Trennamt T . Durch Stöpselung im Umschalter werde die in der Figur gezeichnete Trennung eingenommen. Die Pfeile geben die Richtung des Stromes an. Aus dem Leitungszweig L_2 findet der Strom einen Weg sowohl über

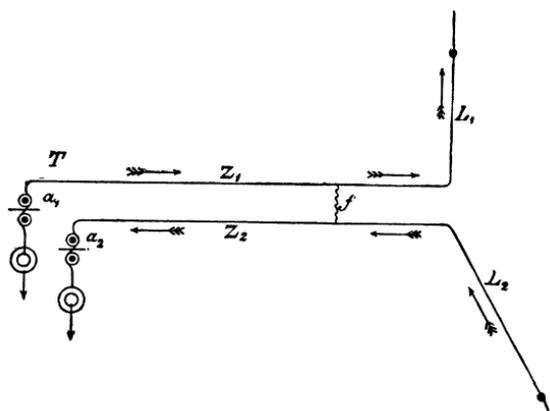


Fig. 262.
Berührung in der Schleife.

den Zweig Z_2 zur Erde, außerdem über den Fehler f durch den Zweig Z_1 zur Erde, endlich auch in die Leitung L_1 .

Wenn nirgends in der Leitung gearbeitet wird, so treten keine besonderen Erscheinungen auf. Wird auf dem Apparat a_1 gearbeitet, so können auf a_2 unregelmäßige Zeichen erscheinen, jedenfalls aber bewegt sich die Galvanoskopnadel, die zu a_2 gehört. Wird mit a_2 gearbeitet, so findet das Umgekehrte statt.

Drückt jetzt ein Amt im Zweige L_1 Taste, sodaß der Zweig L_1 unterbrochen ist, so findet der Strom aus L_2 nur noch zwei Wege — über Z_2 , sowie über f und Z_1 zur Erde. Da die Batterien in L_2 und Z_2 in gleichem Sinne geschaltet sind, so wirken sie in Z_2 zusammen und der Strom wird verstärkt. In Z_1 ist die Batterie von a_1 den Batterien der Ämter in L_2 ent-

gegengeschaltet; und da sie meistens schwächer als die Batterien in L_2 sein wird, so findet in Z_1 eine Umkehrung der Richtung des Stromes statt. Der Ausschlag im Galvanoskop zu a_1 wird sich umkehren und beim Arbeiten eines entfernten Amtes schlägt die Nadel nach beiden Seiten aus. Wird in L_2 Taste gedrückt, so findet das Umgekehrte statt, die Batterie zu a_2 wird überwältigt u. s. w., weil, wie aus der Figur ersichtlich, die Stromrichtung in L_1 jetzt der in Z_2 entgegengesetzt ist.

Liegt ein Zwischenamt zwischen f und T, so sind die Erscheinungen für dieses Amt dieselben, wie für denjenigen Apparat von T, der in demselben Zweige liegt.

Arbeitsstrombetrieb.

Erscheinungen bei Unterbrechung der Leitung. Bei Unterbrechung einer Arbeitsstromleitung wird durch den Tastendruck der Stromkreis nicht mehr geschlossen, das Galvanoskop des gebenden Amtes zeigt demnach keinen Ausschlag mehr.

Im Falle einer unvollständigen Unterbrechung (vgl. hierüber Seite 299) zeigt das Galvanoskop bei Tastendruck einen schwächeren Strom an, als bei regelmäßigem Betriebe.

Auch hier kann, wie beim Ruhestrombetrieb, die unvollständige Unterbrechung der Erdleitung ähnlich wie die Berührung von Leitungen untereinander wirken; vgl. über diese Erscheinungen Seite 301 bis 305.

Erscheinungen bei unmittelbarer Berührung der Leitung mit der Erde. Beim Tastendruck wird die Galvanoskopnadel auffallend stark abgelenkt; über die Fehlerstelle hinaus ist weder ein Amt zu errufen, noch kommt ein Ruf an, weil der von einem Amte entsendete Strom an der Fehlerstelle einen Weg zur Erde findet.

Hängt die gebrochene Leitung auf der einen Seite in der Luft und liegt sie mit dem andern Ende auf der Erde, so treten auf der ersteren Seite die oben beschriebenen Erscheinungen auf.

Erscheinungen bei Berührung der Leitung mit fremden zur Erde ableitenden Körpern. Je nachdem die Körper mehr oder weniger gut leitend sind, findet der Strom beim Tastendruck einen besseren oder schlechteren Weg zur Erde. Es hängt von dem Widerstande dieses Weges ab, ob der Stromteil, welcher über die Fehlerstelle hinaus in die Leitung gelangt, zur Bewegung des entfernten Apparates genügt.

Die Verständigung kann demnach noch bestehen, wenn auch die Schrift nicht mehr mit der früheren Deutlichkeit erzielt wird. Die Schrift wird „spitz“.

Erscheinungen bei Berührung von Leitungen unter sich.

Berühren sich zwei Arbeitsstromleitungen, so wirkt dies so, als ob am Berührungspunkt jede Leitung einen Nebenschluß zur Erde besitzt. (Vgl. Fig. 263.)

Leitung I sei mit der Leitung II bei X in Berührung. Wird nun auf Amt a die Taste gedrückt, während die Tasten in a_1 und

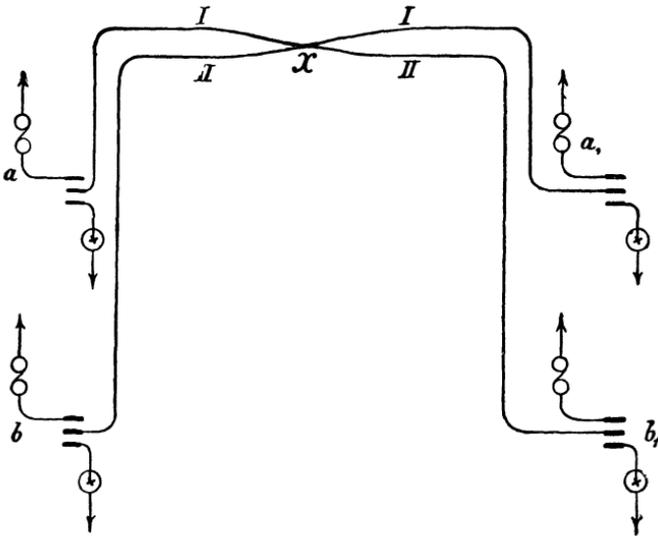


Fig. 263.

Berührung zwischen zwei Arbeitsstromleitungen.

b_1 in Ruhe sind, so wird sich der von a kommende Strom bei X verzweigen, teils nach a_1 , teils nach b und b_1 fließen und auf allen 3 Ämtern seinen Weg durch die Apparate nehmen. Je nachdem nun die drei Wege von X aus — Xb, X b_1 und X a_1 kürzer oder länger sind — d. h. je nachdem sie dem Strome weniger oder mehr Widerstand darbieten, fließt durch jeden Zweig ein stärkerer oder schwächerer Strom und die Apparate sprechen mehr oder weniger gut an.

Wird auf 2 Ämtern in beiden Leitungen, etwa in a und b_1 gleichzeitig gesprochen, so kommen in b und a_1 verworrene Zeichen

an, auch werden die eigenen Apparate in a und b_1 zeitweise mit ansprechen und unleserliche Zeichen hervorbringen, weil beim Loslassen jeder Taste der von dem andern Amte kommende Strom einen Weg durch den Apparat des gebenden Amtes zur Erde findet. Berühren sich eine Arbeitsstromleitung und eine Ruhestromleitung, so entstehen im Apparat der Arbeitsstromleitung, auch bei dem gebenden Amt, verworrene Zeichen, ferner zeigt das Galvanoskop in der Arbeitsstromleitung bei ruhender Taste Strom an.

Fernsprechbetrieb.

Erscheinungen bei Unterbrechung der Leitung. Ist kein Amt zu errufen und läßt sich die Kurbel des Induktors leichter als gewöhnlich drehen, so ist die Leitung wahrscheinlich unterbrochen, und zwar im Amte selbst oder auf der Strecke bis zur nächsten Verzweigung der Leitung.

Sind die Ämter der einen Seite gut zu errufen, die der andern aber nicht, so ist das Amt in Ordnung; der Fehler muß jenseits der Leitungsabzweigung auf der Seite liegen, nach der kein Amt zu errufen ist.

Bei **Erdschluß in der Fernsprechleitung** wird der Betrieb sämtlicher Ämter der Leitung mehr oder weniger gestört, je nachdem die Fehlerstelle geringeren oder größeren Leitungswiderstand besitzt. Muß man zum Drehen der Kurbel des Induktors weit mehr Kraft anwenden, als bei regelrechtem Betriebe, so ist das Vorhandensein eines starken Nebenschlusses anzunehmen.

Berührungen mit anderen Leitungen. Kommen Weckrufe von Ämtern einer fremden Sp-Leitung deutlich an, so ist die eigene Leitung mit der fremden in Berührung. Macht sich in dem abgehobenen Hörer das Telegraphieren in Morse- oder Hughesleitungen durch lautes, scharfes, den Telegraphierzeichen entsprechendes Knacken bemerklich, so kann man Berührung mit der Morse- oder Hughesleitung annehmen. Gedämpftes Telegraphiergeräusch beweist noch keine Berührung; es entsteht durch Induktion aus der fremden Leitung.

Fehler im Sprech- oder Hörstromkreise des eigenen Amtes können bestehen, während die Weckrufe anderer Ämter deutlich ankommen oder diese errufen werden können. Man hört z. B., daß das angerufene Amt sich wiederholt meldet, aber offenbar das ihm Zugespochene nicht versteht.

**B. Störungen innerhalb der Ämter und deren
Beseitigung.**

Die im vorigen beschriebenen Erscheinungen oder ihnen sehr ähnliche treten im allgemeinen auch auf, wenn die Störung im Amte liegt.

Nur in wenigen Fällen kann man aus den Erscheinungen allein mit Sicherheit schließen, ob der Fehler im Amte oder außerhalb liegt. Es ist deshalb die erste Pflicht jedes Beamten, beim Eintritt von Störungen die **Untersuchung des Amtes** vorzunehmen. Die Untersuchung gestaltet sich verschieden, je nachdem es sich um ein Amt mit Ruhestrombetrieb, mit **Arbeitsstrombetrieb** oder mit Fernsprechtbetrieb handelt.

Da es zu weitläufig wäre, für alle Schaltungen dieser Betriebsarten den genauen Gang der Untersuchung herzuleiten, so soll er für ein Zwischenamt und ein Trennamt mit Ruhestrombetrieb, ein Endamt und ein Trennamt mit Arbeitsstrombetrieb, endlich für ein Endamt mit Induktionsweckbetrieb dargelegt werden. An der Hand der Stromläufe läßt sich dann für jede andere Schaltung die Untersuchung ausführen, weil die leitenden Grundsätze dieselben bleiben und jedes Zwischenamt leicht in ein Endamt verwandelt werden kann.

Das zuverlässige Ergebnis aller bei Arbeits- und Ruhestromleitungen für Morsebetrieb vorzunehmenden Untersuchungen hängt von dem fehlerfreien Zustande des Galvanoskops ab. Man tut daher gut, mit dessen Prüfung zu beginnen. Sie wird in der Weise ausgeführt, daß man das Galvanoskop aus der Leitung nimmt und seine beiden Klemmen mit den Polen eines Elementes der Batterie durch Hilfsdrähte in Verbindung setzt, nachdem man sich vorher durch Besichtigung des Elementes davon überzeugt hat, daß es sich in gutem Zustande befindet. Zeigt das Galvanoskop einen kräftigen Ausschlag, so ist es in Ordnung; andernfalls ist es fehlerhaft und muß ausgewechselt werden. Nicht alle Ämter besitzen Galvanoskope und Batterien; wie bei der Untersuchung solcher Ämter zu verfahren ist, wird später erläutert werden.

In einer Ruhestromleitung ist es am besten, gleich mit Untersuchung der Batterie fortzufahren, da von deren Zuverlässigkeit diejenige der weiteren Prüfung wieder wesentlich abhängt. Man

überzeuge sich, ob die Elemente untereinander richtig verbunden sind und die Drähte der Zinkringe an den Polklemmen festliegen, ferner, ob die Klemmen vielleicht im Innern durch Grünspan verunreinigt sind und dadurch die leitende Verbindung gestört wird. Von Element zu Element ist zu verfolgen, ob stets Kupfer des einen Elementes mit Zink des andern in Verbindung steht, ob nicht etwa gar in einem Element die Flüssigkeit bis unter den Rand des Zinkringes gesunken ist, wodurch eine vollständige Unterbrechung des Stromes eintritt.

Sollte durch die genaue Besichtigung der Batterie der vermutete Fehler nicht gefunden werden, so muß die Batterie in ihren einzelnen Elementen mittels des Galvanoskops geprüft werden.

Zu diesem Zwecke klemmt man an die Klemmen des Galvanoskops zwei Hilfsdrähte an, legt das freie Ende des einen Hilfsdrahtes an den Kupferpol der Batterie (Klemme im Schrank) und berührt mit dem freien Ende des andern Hilfsdrahtes, vom ersten Element ab anfangend, hintereinander die Zinkpole der einzelnen Elemente. Dadurch wird die Batterie nach und nach in den Stromkreis des Galvanoskops geschaltet. Man gibt dabei genau auf die Nadel des Galvanoskops acht. Erhält man beim Weitergehen einen geringeren oder gar keinen Ausschlag, während beim Anlegen an die vorhergehende Klemme sich noch ein Ausschlag zeigte, so ist das letzte Element fehlerhaft und muß ausgeschaltet werden. Ist die Verbindung zwischen den stehen gebliebenen Elementen wieder hergestellt, so wird in derselben Weise mit der Prüfung fortgefahren, um sonst noch vorhandene schadhafte Elemente auffinden und beseitigen zu können.

Für die fehlerhaften Elemente werden neu angesetzte eingeschaltet.

Untersuchung eines Zwischenamtes in einer Ruhestromleitung. Zunächst muß festgestellt werden, ob die Bleirohrkabel von den Isolatoren No. III (an der Einführung) ab bis zu den Klemmen d und c des Platten-Blitzableiters überall äußerlich unversehrt sind, d. h. ob sie nirgends starke Quetschungen oder sonst schadhafte Stellen aufweisen. Die Tischklemmen sind sorgfältig anzuziehen, wobei zu prüfen ist, ob die Drähte an den Klemmen etwa abgebrochen sind. Die kurzen Kupferdrähte von den Tischklemmen bis zum Blitzableiter sind durch Besichtigung leicht und sicher zu untersuchen.

Die weitere Prüfung wird mit Hilfe des Blitzableiters ausgeführt; deshalb ist dieser einer genauen Besichtigung zu unterziehen. Der Stöpsel steckt im Loch des Holzknopfes. Man prüft nun, ob die Drähte in den 5 Klemmen des Blitzableiters festsitzen und nicht etwa abgebrochen sind; dann hebt man die Platte ab und überzeugt sich, daß weder auf den Reifelungen der Deckplatte und der Leitungsplatten noch in den Zwischenräumen der Platten und des Rahmens fremde Körper sich befinden, und ob sich etwa durch vorhergegangene Entladungen Schmelzstellen gebildet haben, die einen Erdschluß herbeiführen. Sorgfältige Reinigung mit dem Staubbürste ist unter allen Umständen erforderlich. Ist der Blitzableiter in Ordnung gebracht, so kann er als Ausgangspunkt für die weitere elektrische Untersuchung dienen.

Zur größeren Sicherheit empfiehlt es sich, hierbei den Blitzableiter ohne Deckplatte zu lassen.

Bei Stromunterbrechung verfährt man dann folgendermaßen (vgl. Fig. 231, Seite 267):

1. Stöpsel in Loch 4 oder 1. Zeigt das Galvanoskop jetzt einen Ausschlag, und spricht der Apparat an, so ist das Amt in Ordnung, der Fehler liegt außerhalb. Erhält man keinen Ausschlag, so besteht ein Fehler im Amte.

Zur Bestimmung des fehlerhaften Leitungszweiges setzt man

2. Stöpsel in Loch 2 (dadurch wird L_1 an Erde gelegt). Ein Ausschlag des Galvanoskops beweist, daß L_1 fehlerhaft ist. Tritt kein Ausschlag ein, so setzt man

3. Stöpsel in Loch 3 (dadurch wird L_2 an Erde gelegt). Ein Ausschlag des Galvanoskops beweist, daß L_2 fehlerhaft ist. Tritt auch jetzt kein Ausschlag ein, so sind beide Leitungen unterbrochen.

Ergibt sich bei der Prüfung nach 1., daß der Fehler im Amte liegt, so muß die Amtseinrichtung im einzelnen untersucht werden.

4. Unterbrechungen des Stromweges treten am häufigsten in der Batterie und an der Taste auf.

Die Untersuchung der Batterie ist bereits vorgenommen worden. Man geht deshalb jetzt zur Untersuchung der Taste über.

Durch ein kurzes Drahtstück verbindet man die Klemmen g und h. Tritt Strom ein, so liegt in der Taste eine Unterbrechung.

Diese wird durch Reinigung der Ruhekontakte und erforderlichen falls auch der Achslager beseitigt.

Führen diese Maßregeln nicht zum Ziel, so verfährt man schrittweise wie folgt:

5. Stöpsel in Loch 4. Wie oben bemerkt, zeigt jetzt das Galvanoskop keinen Ausschlag, wenn der Fehler im Amte liegt.

Man berührt nun mit dem blanken Ende eines isolierten Hilfsdrahtes eine blanke Stelle der Klemme a des Blitzableiters und legt das andere Ende an die Klemme f des Galvanoskops. Zeigt sich ein Ausschlag, so ist der Teil zwischen a, Klemme 5, Batterie, Klemme 4, e bis f fehlerfrei, und der Fehler liegt auf dem Teile zwischen f über Taste und Apparat bis zur Klemme b des Blitzableiters; dieser Fall wird nach 6. behandelt. Zeigt sich dagegen kein Ausschlag, so liegt der Fehler auf dem erstgenannten Teil; die weitere Untersuchung wird nach 7. geführt.

6. Man nimmt das Ende des Hilfsdrahtes von f ab und berührt der Reihe nach die Klemmen g, h, i, k und b, bis bei Berührung einer dieser Klemmen das Galvanoskop keinen Strom zeigt; dann liegt der Fehler zwischen den beiden zuletzt berührten Klemmen.

Zeigt sich bei dieser Untersuchung der Apparat fehlerhaft, so wird die Deckplatte des Blitzableiters aufgesetzt und der Stöpsel in das Loch 4 gesteckt. Hier muß er bleiben, bis der Apparat durch einen brauchbaren ersetzt werden kann, damit inzwischen der Betrieb der übrigen Ämter aufrecht erhalten werde.

7. Der Hilfsdraht wird mit dem einen Ende an die Klemme 4 gelegt, und mit dem anderen Ende die Klemme e des Galvanoskops berührt; zeigt sich ein Ausschlag, so liegt der Fehler zwischen 4 und e. Zeigt sich kein Ausschlag, so nimmt man einen zweiten Hilfsdraht und verbindet die Klemme 5 mit der Klemme f des Galvanoskops. Tritt jetzt ein Ausschlag ein, so liegt der Fehler in der Leitung von 5 nach a oder gleichzeitig in der Strecke 4 bis e; diese Fehler sind durch Besichtigung zu finden.

Erhält man dagegen beim Anlegen der beiden Hilfsdrähte noch keinen Strom, so liegt der Fehler in den Batteriezuführungen bis zum Tische. Man schaltet nunmehr einen Hilfsdraht zwischen die Klemme 5 und die nächste Polklemme der Batterie; erhält man Strom, so ist die in 5 endigende Zuführung unterbrochen; dann muß der Hilfsdraht bis zur Auswechslung der Zuführung an seinem Orte

bleiben. Zeigt sich kein Ausschlag, so verfährt man in derselben Weise mit der anderen Zuführung. Erhält man in beiden Fällen keinen Strom, so sind beide Zuführungen unterbrochen und müssen durch Hilfsdrähte ersetzt werden.

Es wäre endlich möglich, daß in einem der Einführungskabel ein Bruch der Kupferseele eingetreten ist und das Kabel äußerlich doch keine Beschädigung zeigt. Derartige Fehler sind indessen äußerst selten.

Liegt irgend ein Grund vor, die Besichtigung des Einführungskabels nicht für ausreichend zu halten, so nehme man einen langen Kupferdraht mit blank geschabten Enden und wickele das eine Ende unmittelbar am kleinen Isolator vor der Einführung um den ebenfalls blank gemachten Leitungsdraht.

Der Hilfsdraht wird durch das Fenster geleitet. Nun nimmt man das Galvanoskop vom Tische und aus der Batterie ein oder zwei Elemente, verbindet das andere Ende des Hilfsdrahtes mit dem einen Pol der Batterie, den zweiten Pol mit dem Galvanoskop, und berührt mit einem an die zweite Klemme des Galvanoskopes gelegten Draht die Tischklemme, an der das Kabel liegt. Erhält man einen kräftigen Ausschlag im Galvanoskop, so ist der Weg von der Einführung bis zur Klemme nicht unterbrochen. Ebenso verfährt man mit dem zweiten Kabel.

Handelt es sich endlich um die Untersuchung eines Amtes ohne Batterie, und hat die sorgfältige Besichtigung der Amtseinrichtung kein sicheres Resultat ergeben, so schaltet man das Galvanoskop zwischen die Klemmen 2 und 3 (oder wenn das Amt Endstelle ist, zwischen Leitungsklemme und Erdklemme). Zeigt das Galvanoskop Strom, so liegt der Fehler im Amte, andernfalls außerhalb des Amtes. Nach ordnungsmäßiger Wiedereinschaltung des Galvanoskopes legt man nun einen Hilfsdraht an die eine Leitungsklemme und überbrückt die einzelnen Strecken, wie früher beschrieben. Schlägt der Apparat an, so liegt eine Unterbrechnng auf der zuletzt überbrückten Strecke.

Eine Nebenschließung soll in einer regelrecht ausgeführten Tisch- und Zimmerleitung garnicht vorkommen, es sei denn im Blitzableiter, oder wenn durch Zufall ein Metalldraht oder ähnliche Gegenstände, wie Werkzeuge, Nägel und Schrauben, die blanken Leitungsdrähte, wo sie durch die Tischplatte hindurchtreten, leitend mit einander verbinden.

Bemerkt man, daß eine Nebenschließung vorliegt, so hat man zunächst eine genaue Besichtigung des Blitzableiters und der übrigen Amtseinrichtung vorzunehmen.

In einem Bleirohrkabel kann ein Erdschluß nur dadurch entstehen, daß die Kupferseele die Bleihülle berührt und dann diese mit der Erde in leitender Verbindung ist. Wird z. B. bei der Besichtigung der Einführungskabel eine äußerliche Beschädigung des Bleimantels gefunden, die eine Berührung der Kupferseele mit dem Bleimantel vermuten läßt, so wird die Kupferseele des Kabels unterhalb der Hartgummiglocke von der Leitung getrennt und ein Element der Batterie mit dem Galvanoskop zusammen zwischen Bleihülle und Kupferseele des von der Tischklemme gelösten Kabelendes geschaltet; zeigt nun das Galvanoskop Strom an, so ist das Kabel fehlerhaft und muß durch einen Hilfsdraht vorläufig ersetzt werden. Ist das Kabel fehlerfrei, so ist die Verbindung an der Einführung sogleich wieder herzustellen.

Ob die Nebenschließung im Amte oder außerhalb liegt, kann man in folgender Weise entscheiden. Man isoliert die Leitungen, eine nach der anderen, an den Leitungsklemmen und beobachtet jedesmal das Galvanoskop. Verschwindet in beiden Fällen der Strom, so ist das Amt diessseits der Leitungsklemmen am Tische in Ordnung; der Fehler liegt in der Leitung oder in der Einführung; dann ist die Einführung zu untersuchen, was nach der untenstehenden Anleitung geschehen kann. Verschwindet der Strom bei der Isolierung eines Leitungszweiges nicht, so besteht ein Fehler im Amte.

Sind als Zuleitung zur Batterie zwei einadrige Bleirohrkabel verwendet worden, so ist eine Berührung der beiden Kupferseelen ausgeschlossen, eher ist dies in einem vieradrigen Bleirohrkabel möglich. Wird ein solcher Fehler, der sich durch schwächeres Arbeiten des Apparates und geringeren Ausschlag der Nadel anzeigt, vermutet, so bleibt nur übrig, die vier Adern des Kabels an beiden Enden aus den Klemmen zu lösen, eine Ader mit einem Galvanoskop und einem Element zu verbinden und nunmehr mit den übrigen Adern nach einander den andern Pol des Elementes zu berühren; darauf legt man die zweite Ader des Kabels an und berührt nacheinander mit den übrigen u. s. w., bis sämtliche Adern, die sich zu je zwei vereinigen lassen, in dieser Weise durchgeprüft sind. Erfolgt ein Ausschlag, so sind die beiden

angelegten Adern in Berührung. Zu beachten bleibt, daß in allen Fällen, in denen zum Zwecke der Untersuchung der Stromweg unterbrochen wird, beide Leitungsarme im Blitzableiter mit einander zu verbinden sind (Stöpsel in Loch 4), damit der Verkehr der andern Ämter untereinander nicht gestört wird.

Besitzt ein Leitungsarm einen Nebenschluß, so findet man den nicht gestörten Arm dadurch, daß man zu telegraphieren versucht. Nur nach der ungestörten Seite hin kann man ein Amt sicher errufen.

Wenn die beiden Leitungsarme, wie es häufig der Fall ist, eine Strecke nebeneinander an demselben Gestänge sich befinden, so wird durch ihre Berührung das Amt ausgeschaltet, sodaß ein anderes Amt überhaupt nicht zu errufen ist. Im Amte selbst ist Strom vorhanden, der Apparat spricht auch auf Tastendruck an (vgl. S. 303 und 304). Dieser Fall wird ebenso untersucht, wie für die einfache Nebenschließung beschrieben.

Oft wird ferner der Betrieb in einer Leitung erschwert, wenn beim Wiedereinschalten der Batterie, die aus irgend welchem Grunde hat ausgeschaltet werden müssen, die Pole der Batterie verwechselt werden. Kehrt ein Amt die Batteriepole um, so wirkt die eine Batterie den andern entgegen und der Strom wird geschwächt. Jeder Beamte muß daher genau wissen, nach welcher Richtung hin auf seinem Amt Zink und nach welcher Richtung hin Kupfer angelegt werden muß, d. h. an welchem Leitungsarm jeder Pol richtig liegt.

Die richtige Schaltung der Linienbatterie des Amtes prüft man in folgender Weise:

Man beobachtet, nach welcher Seite die Nadel des Galvanoskops bei offener Linie zeigt. Setzt man nun den Stöpsel in Loch 4 oder 1 des Blitzableiters, so muß die Nadel nach derselben Seite zeigen, wenn die Batterie richtig geschaltet ist. Wird die Nadel nach der andern Seite abgelenkt, so ist die Batterie verkehrt geschaltet. Diese Prüfung muß nach jedem Umsetzen der Batterie und nach jedem Abnehmen und Wiederanlegen der Zuführungsdrähte der letzteren vorgenommen werden.

Die Untersuchung eines Endamtes in einer Ruhestromleitung gestaltet sich etwas einfacher. Die Untersuchung der technischen Einrichtungen kann nach der gegebenen Anleitung vorgenommen werden. Man hat nur zu berücksichtigen, daß der in das Amt eingeführte Leitungsarm im Amte endigt.

Ist nur eine Leitung eingeführt, so verläuft der Stromweg über die rechte Platte des Blitzableiters nach der Fig. 230, Seite 267. Endigen im Amte zwei Leitungen, so steht die zweite Leitungsplatte des Platten-Blitzableiters nicht mit Erde in Verbindung, sondern dient zur Aufnahme der zweiten Leitung, während von beiden Apparaten die Leitungen unmittelbar an Erde führen.

Wird endlich eine gemeinschaftliche Batterie benutzt, so führt der Stromweg jeder Leitung durch den Blitzableiter, das Galvanoskop, über die Taste, den Schreibapparat, zur Batterie und durch diese zur Erde.

Ist nur eine Leitung eingeführt (liegt also die zweite Leitungsplatte an Erde, Fig. 230), so gilt das für die Zwischenstelle beschriebene Verfahren. Werden beide Leitungsplatten des Blitzableiters für getrennte Leitungen benutzt, so dürfen die Löcher 1 und 4 nie gestöpselt werden, sondern nur die Löcher 2 oder 3, um jede Leitung für sich an Erde zu legen. Dasselbe gilt, wenn eine Batterie für mehrere Leitungen gemeinschaftlich benutzt wird.

Untersuchung einer Trennstelle in einer Ruhestromleitung.

Man nimmt im Umschalter Trennstellung (vgl. Fig. 232, S. 268). Dadurch wird die Zwischenstelle in zwei Endstellen zerlegt und man kann nunmehr jede Endstelle für sich untersuchen. Es handelt sich dann um zwei in dasselbe Amt eingeführte Leitungen, für welche ein Blitzableiter, aber besondere Batterien dienen. Dieser Fall ist vorhin besprochen worden.

Die Untersuchung hat sich auch auf den Umschalter zu erstrecken. Die Klemmen sind nachzusehen; die herangeführten Drähte sind zu prüfen, ob sie nicht gebrochen sind; die Zwischenräume zwischen den Schienen des Umschalters sind zu reinigen; der Stöpsel und die Stöpsellöcher sind blank zu reiben. Schließlich möge noch auf die Notwendigkeit der Untersuchung der Erdleitung hingewiesen werden (vgl. S. 318).

Untersuchung einer Endstelle in einer Arbeitsstromleitung.

Zunächst gilt für die Besichtigung und Untersuchung der Einführung bis zum Blitzableiter, sowie der Batterie das früher Gesagte. Sind diese Teile fehlerfrei, so gestaltet sich die Untersuchung, ob die Störungsursache innerhalb oder außerhalb des Amtes liegt, wie folgt:

Hat man es mit einer Stromunterbrechung zu tun, d. h. erfolgt bei Tastendruck kein Ausschlag des Galvanoskops, oder ist

von einem gerufenen Amte keine Antwort zu erhalten, so setzt man im Blitzableiter den Stöpsel in Loch 3 (vgl. Fig. 223, Seite 259) und legt dadurch die Leitung an Erde. Dann verbindet man gleichzeitig die Arbeitsschiene (vordere) an der Taste mit der Mittelschiene durch einen Kupferdraht.

Hierdurch wird die Batterie wie bei einer Ruhestromleitung geschlossen. Der Strom verzweigt sich an der Taste; ein Teil geht über die Mittelschiene zum Galvanoskop und zur Batterie zurück, der zweite (geringere) Anteil fließt über die Hinterschiene, durch den Apparat, Blitzableiter zur Batterie zurück. Ist die innere Einrichtung in Ordnung, so muß sowohl das Galvanoskop Strom anzeigen, als auch der Apparat bei genügender Federspannung ansprechen. Der Fehler liegt demnach außerhalb des Amtes. Anstatt die Drahtverbindung an der Taste auszuführen, kann man nach Lösung der Gegenmutter den Arbeitskontakt bis zur Berührung mit dem Kontaktstift herunterschrauben.

Liegt der Fehler im Amte, so gilt in Bezug auf die Untersuchung der Kontakte an der Taste (vorderer und hinterer Kontakt) sowie des Galvanoskopes das früher Gesagte (Seite 143 und 308). Die Teile der Tischleitung zwischen Taste und Galvanoskop, sowie zwischen Galvanoskop und Blitzableiter, endlich zwischen Taste, Apparat und Blitzableiter werden durch Überbrückung mit Hilfsdrähten, wie früher angegeben, untersucht.

Die Untersuchung des Apparates wird wie beim Galvanoskop ausgeführt.

Wenn die Erdleitung des Amtes, an welcher der eine Pol der Batterie liegt, unterbrochen ist, so erhält man bei Tastendruck keinen Ausschlag im Galvanoskop, während bei Stöpselung des Blitzableiters in Loch 3 und Verbindung der Mittel- und Hinterschiene der Taste Strom vorhanden ist. Man hätte also den Schluß zu ziehen, daß der Fehler außerhalb des Amtes liegt. Hieraus geht hervor, daß in allen Fällen, wo die beschriebene Untersuchung einen Fehler außerhalb des Amtes anzeigt, erst die genaue Besichtigung und Prüfung der Erdleitung (vgl. S. 318) Gewißheit gibt, daß der Fehler nicht im Amte liegt.

Die Nebenschließung ist sicher daran zu erkennen, daß bei niedergedrückter Taste das Galvanoskop Strom anzeigt, wenn auf dem entfernten Amte die Leitung isoliert wird. Ist dies festgestellt, so isoliert man die Leitung an der Klemme 2 und drückt

die Taste. Zeigt nun das Galvanoskop keinen Strom an, so ist die Amtseinrichtung in Ordnung. Zweckmäßig wird mit dieser Prüfung der Amtseinrichtung eine Besichtigung, wie auf Seite 308 und 309 beschrieben wurde, verbunden.

Bei Berührung von Teilen der Zimmerleitung gilt das bei Untersuchung einer Ruhestromleitung Gesagte.

Untersuchung einer Trennstelle in einer Arbeitsstromleitung. Durch Einsetzen des Stöpsels zwischen die Schienen s_2 und s_5 (Fig. 237, II) zerlegt man das Amt in zwei Endstellen und untersucht jede Endstelle für sich.

Hierzu benutzt man den Blitzableiter in der vorhin beschriebenen Weise.

Für die Untersuchung des Umschalters gilt ebenfalls das früher Gesagte.

Die Unterbrechung eines künstlichen Widerstandes läßt sich mit Hilfe der Batterie und des Galvanoskopes leicht feststellen, indem man durch Hilfsdrähte das Galvanoskop und die Batterie zwischen die Endklemmen des Widerstandes schaltet.

Macht sich eine bedeutende Schwächung des Stromes bemerklich, was sich durch genaue Beobachtung des Galvanoskopes und des Anschlages des Apparates bei Trennstellung und Durchsprechstellung beurteilen läßt, so muß der künstliche Widerstand ausgewechselt werden. In beiden Stellungen muß der Strom gleich starke Wirkung ausüben.

Ist auf einem Amte eine Unterbrechung festgestellt, so gelten die angegebenen Untersuchungsmethoden nur in dem Falle, daß die Erdleitung sich in gutem Zustande befindet. Ist die Erdleitung unterbrochen oder besitzt sie einen besonders hohen Widerstand, so liefern die erörterten Prüfungen immer das Ergebnis, daß eine Störung außerhalb des Amtes liegt. Deshalb ist eine Untersuchung der Erdleitung in jedem Falle, wo eine Unterbrechung oder erhebliche Schwächung des Stromes bemerkt wird, notwendig.

Wie diese Untersuchung ausgeführt werden kann, wird Seite 318 beschrieben.

Die regelmäßige Beobachtung des Galvanoskopes liefert den besten Aufschluß über den jeweiligen Zustand der Leitung.

Deshalb ist es durchaus notwendig, sich den Ausschlag der Galvanoskopnadel dauernd zu merken, und sehr zu empfehlen,

ihn mindestens wöchentlich einmal aufzuschreiben, sodaß die Ergebnisse für eine längere Zeit leicht zu übersehen sind.

Bei der Ablesung der Ausschläge ist darauf zu achten, daß das Galvanoskop genau von vorn angesehen wird. Der mittlere Strich, auf den die Nadel bei Stromlosigkeit zeigt, wird als Null bezeichnet, von da aus werden die Striche nach beiden Seiten hin fortlaufend gezählt, die Ausschläge werden bis auf $\frac{1}{4}$ des Abstandes zweier Teilstriche geschätzt.

Jede Veränderung im Stande der Galvanoskopnadel läßt auf eine Änderung in dem Betriebszustande des Stromkreises schließen, und es muß die Ursache dieser Änderung unverzüglich aufgeklärt werden.

Zu beachten ist indessen, daß nicht alle Betriebsstörungen eine Änderung im Stande der Galvanoskopnadel veranlassen.

Die Untersuchung der Erdleitung ist bei Ämtern aller Betriebsarten von höchster Bedeutung, weil die Erdleitung ein wichtiges Glied in dem Wege des Stromes bildet.

Fehler in der Erdleitung sind zuweilen schwer zu finden.

Die Prüfung, ob der Erddraht an der Klemme des Apparatischen oder Gehäuses fest anliegt, ob die Zuführung nirgends unterbrochen, ob die Verbindungsstelle mit der eigentlichen Erdleitung (dem Drahtseil) gut leitend ist, läßt sich stets in kurzer Zeit mit Sicherheit ausführen, nicht so aber die Untersuchung, ob die Erdleitung dem Strom einen bequemen Weg zur Erde bietet.

Hierzu wäre entweder eine elektrische Messung oder eine Untersuchung erforderlich, ob das Ende der Erdleitung sich auch wirklich unter dem Grundwasser-Spiegel befindet, oder ob sie — bei mangelndem Grundwasser — in gutem Zustande ist. Die letztere Untersuchung kann nur durch das Aufgraben der Erdleitung angestellt werden. Findet man nun auch die Erdleitungsplatte im Grundwasser, so ist noch immer der Fall möglich, daß die Platte infolge stärkerer Schwankungen des Grundwasserstandes zeitweise trocken liegt; auf diese Weise kann die Erdleitung auf Stunden oder Tage, oder auch auf Monate in erheblicher Weise gestört werden.

In den Fällen, wo eine zweite gute Erdleitung vorhanden ist, kann eine Prüfung der Erdleitung auf elektrischem Wege erfolgen. Dies ist z. B. auf einem Amt leicht auszuführen, das an eine Gas- oder Wasserleitung angeschlossen ist, da eine solche Leitung

in der Regel einen gut leitenden Weg zur Erde bietet. Diese zweite Erdleitung darf mit der ersten nicht metallisch zusammenhängen. Man kann eine solche auch dadurch gewinnen, daß man einen Draht mit großem Ring am Ende in einen Brunnen versenkt. Alsdann verfährt man, wie folgt:

Man schaltet zwischen die Endpunkte der beiden Erdleitungen ein Galvanoskop und eine Batterie ein. Wenn dann die Erdleitung noch stromfähig ist, so muß das Galvanoskop einen starken Ausschlag zeigen. Dieses Verfahren ist indes nur ein Notbehelf und gibt kein vollständiges Urteil über die Güte der Erdleitung.

Bei denjenigen Endanstalten in Ruhestromleitungen, bei denen der Kupferpol der Batterie an Erde liegt, muß bei jeder Unterbrechung, deren Ursache man nicht sogleich ermitteln kann, die Erdleitung angegraben werden. Bei solchen Ämtern wird nämlich häufig in kurzer Zeit die Erdleitung in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche zerstört. Wenn bei dem Angraben eine sichtbare Zerstörung der Leitung nicht bemerkt wird, so prüft man den Zusammenhang des Seiles im unteren Teile durch kräftiges Ziehen und Rütteln. Ergibt diese Untersuchung keinen Fehler, so ist es rätlich, durch starkes Begießen das Erdreich besser leitend zu machen. Wird hierdurch der Fehler gehoben oder wesentlich vermindert, so ist die Erdleitung nicht in Ordnung und muß erneuert werden.

Untersuchung eines Endamts mit Induktionsweckbetrieb. Ist ein Galvanoskop und eine Batterie vorhanden, so kann man wie bei Morseämtern mit Arbeitsstrombetrieb die Unterbrechungen in der Zimmerleitung und im Apparat durch Überbrücken der Stromwegabschnitte mit Hilfsdrähten und die Erdschlüsse oder Berührungen durch Isolieren (Trennen) der Drahtverbindungen von Klemme zu Klemme eingrenzen.

In den meisten Fällen wird der Fehler schneller durch genaue Besichtigung der Apparateile und der Verbindungsdrähte gefunden werden. Die Störungsursachen liegen am häufigsten in den Sicherungskästchen (Grob- und Feinsicherungspatronen, Kohlen-Blitzableitern), in dem Hakenumschalter, in den Fernhörerschnüren und in dem Schleiffederkontakt des Induktors.

Führt die Besichtigung nicht zum Ziel, so unternimmt man zunächst eine Untersuchung des Sicherungskästchens, welche nicht allein bei Störungen, sondern auch regelmäßig nach jedem Gewitter in folgender Weise auszuführen ist.

Zunächst versucht man, ob Verständigung mit einem Amte der Leitung besteht; kann man eins der anderen Ämter errufen, und mit ihm ein Gespräch führen, so sind die Apparate in gutem Zustande. Kann man dagegen kein Amt errufen, so zieht man zuerst die Kohlenplatten aus dem Kohlen-Blitzableiter heraus und versucht von neuem die Verständigung; läßt sich eine solche jetzt erzielen, so ist das zur Leitung gehörige Kohlenpaar fehlerhaft und muß von losgerissenen Kohlenteilchen vorsichtig und gründlich gesäubert werden.

Bleibt die Verständigung auch nach dem Entfernen der Kohlenplatten aus, so sind nach einander die Feinsicherungs- und die Grobsicherungspatronen herauszunehmen und durch Aushilfspatronen zu ersetzen. Sollten solche Aushilfsstücke nicht vorhanden sein, so ersetzt man die Patronen durch Drahtstücke, die man an die Zuführungsklemmen der Federn anklemt, welche durch die Patronen verbunden waren.

Endlich überzeugt man sich, daß die Blitzschutzvorrichtung für die Grobsicherung fehlerfrei ist, d. h., daß zwischen der Messingschiene für die Erdleitung und den schneidenartig gestalteten Enden der Messinglappen, die mit den Leitungsklemmen verbunden sind, keine leitenden Körper, z. B. von Schmelzungen herrührende Metallkügelchen, sich befinden.

Ergibt diese Untersuchung nicht die Ursache der Störung, so untersucht man die einzelnen Stromkreise, wie folgt:

1. Stromkreis der äußeren Leitung (Rufen und Hören). Man hält den Kontakt auf der Klemme k_0 (vgl. Fig. 85 a, 306 b und 310 b) von der Feder, die für gewöhnlich auf die Induktorschneide drückt, durch Zwischenschieben eines Papierstreifens getrennt (isoliert). Dadurch wird der Kurzschluß, in den während des Drehens der Induktorkurbel Wecker und Hörer bei regelrechtem Betriebe gelegt werden, aufgehoben.

Will man auf Stromunterbrechung untersuchen, so verbindet man am Sicherungskästchen die Klemme La mit der Erdklemme. Dann muß beim Drehen der Induktorkurbel der Gehäusewecker kräftig ansprechen, so lange der Fernhörer am Haken hängt, und im Fernhörer ein scharfes rasselndes Geräusch zu hören sein, wenn man ihn ans Ohr hält.

Besteht ein Erdschluß, so nimmt man die von außen kommende Leitung von der Leitungsklemme (La) ab und untersucht

ohne weiteres zunächst, wie vorher angegeben. Sodann verbindet man die Leitungsklemme L_a am Sicherungskästchen mit der Erdklemme und nimmt den Verbindungsdraht zwischen der Klemme L_b und der Erdklemme weg. In beiden Fällen muß, wenn man die Induktorkurbel dreht, bei fehlerfreien Stromwegen das Ergebnis sein, daß weder der Wecker anschlägt, solange der Fernhörer hängt, noch daß im angehängten Fernhörer ein Rasseln zu vernehmen ist.

Ergibt die Besichtigung auch jetzt noch nicht die Fehlerstelle, so ist die nähere Eingrenzung durch Überbrücken der einzelnen Verbindungsdrähte von Klemme zu Klemme bei Unterbrechung oder durch Isolieren bei Erdschluß auszuführen.

2. Mikrophonstromkreis (Sprechen). Man legt die Leitung am Sicherungskästchen an Erde, indem man Klemme L_a mit der Erdklemme durch einen Draht verbindet, nimmt den Hörer ans Ohr und streicht mit dem Finger leicht über die Membran des Mikrophons oder klopft leise an den Sprechtrichter. Dann muß man diese Geräusche klangvoll im Hörer wahrnehmen, wenn der Mikrophonstromkreis und der Hörerstromkreis nicht unterbrochen sind. Andernfalls ist mit Hilfe eines Galvanoskops oder Fernhörers und einiger Batterieelemente zu prüfen, ob der Mikrophonstromkreis tatsächlich unterbrochen ist, und, wenn dies zutrifft, die nähere Eingrenzung der einzelnen Abschnitte des Stromweges durch Überbrücken mit Hilfsdrähten vornehmen.

Muß eine Trennstelle untersucht werden, so wird im Umschalter Trennstellung eingenommen und jeder Leitungszweig nach der für das Endamt gegebenen Anweisung geprüft.

C. Störungen in den Apparaten und deren Beseitigung.

Die Störungen dieser Art, die auf den Ämtern häufig vorkommen, sind teilweise dazu angetan, einem weniger geübten Beamten den Eindruck elektrischer Störungen zu geben.

In folgendem sollen die wichtigsten und häufigsten Fehler dieser Art besprochen werden.

Gemeinschaftliche Fehler an verschiedenen Apparaten.

- a) Mangelhafter Stromschluß infolge unreiner Kontakte.
- b) Unterbrechung von Elektromagnetrollen u. dergl.

Fehler zu a) kommen vor:

1. bei Schreibapparaten mit Übertragungsvorrichtung,
2. bei Relais,

3. bei Weckern,
4. bei Tasten und den Schleiffedern der Induktoren.

Die Fehler werden durch tägliche Reinigung der Kontakte vermieden.

Fehler zu b) kommen vor:

1. in Schreibapparaten,
2. in Relais,
3. in Galvanoskopen,
4. in Induktionsrollen und
5. in den Ankern der Magnetinduktoren.

Derartige Fehler können (abgesehen von Blitzschlägen) nur durch fahrlässige Behandlung der Apparate eintreten.

Fehler im Schreibapparat. a) der untere Kontakt des Schreibhebels wird häufig zu tief gelegt, sodaß der Anker beim Anziehen auf die Kerne aufschlägt. Dann klebt der Anker. Durch Anspannen der Abreißfeder kann dieser Fehler nicht gehoben werden.

Es ist zu beachten, daß bei Absendung eines Schreibapparates aus der Werkstatt die untere Anschlagschraube so gestellt wird, daß selbst bei der höchsten Lage der verstellbaren Kerne der Anker sich niemals unmittelbar an die Kerne legen kann.

Diese Lage der Anschlagschraube muß unter allen Umständen beibehalten werden, da die Kerne sonst nicht mit Sicherheit für schwachen oder starken Strom eingestellt werden können.

b) Die Preßschrauben für die Anschlagschrauben sind nicht gehörig fest gelegt. In solchen Fällen verändern die Anschlagschrauben ihre Lage, und der Betrieb wird unsicher.

c) Wenn der Apparat nicht mehr willig abläuft, oder beim Ablaufen ein kreischendes Geräusch von sich gibt, so liegt dies meistens daran, daß die Achsen der Triebräder zu wenig geölt sind, besonders aber daran, daß die Schraube ohne Ende, die den Windfang trägt und in das Steigrad eingreift, nicht geölt ist.

Ein oder zwei Tropfen Öl, die in die Gänge der Schraube gebracht werden, bringen in den meisten Fällen ein regelrechtes Ablaufen zu Wege. Dabei ist festzuhalten, daß die Feder, die Achsen der Getriebe, das Steigrad und die in dieses Rad eingreifende Schraube ohne Ende die einzigen inneren Teile des Apparates sind, welche geölt werden dürfen. Kein anderes Zahnrad und kein Trieb im Apparat darf Öl erhalten, da dieses allmählich dick wird und dann das Ablaufen hindert.

d) Wenn bei einem Apparate von der Federtrommel die Kontrolle oder der in diese eingreifende Kontrollzahn abgenommen oder ergänzt werden muß, dann ist darauf zu achten, daß der volle — an dem äußeren Ende nicht ausgehöhlte — Zahn der Kontrolle wieder in die richtige Lage kommt. Dies ist der Fall, wenn jener Zahn so steht, daß er das weitere Anspannen der Feder verhindert, wenn die Federtrommel — ohne die durch die Kontrolle bewirkte Hemmung — mindestens noch um eine halbe Umdrehung weiter gedreht werden könnte (vgl. S. 115). Andererseits muß die Feder noch angespannt sein, wenn der volle Zahn der Kontrolle eine entgegengesetzte Stellung, in der er das weitere Abspannen der Feder verhindert, einnimmt.

Wird dies nicht beachtet, dann wirkt die Feder nicht gleichmäßig; sie kann entweder nicht bis zur zulässigen Grenze angespannt werden, oder sie wird übermäßig angespannt, was leicht ein Springen zur Folge hat.

Diese Arbeiten dürfen übrigens nur von Personen ausgeführt werden, die damit vollständig vertraut sind.

Fehler im Relais:

a) Fehler im gewöhnlichen Relais.

Bei der täglichen Reinigung des Relais kommt es vor, daß der Ankerhebel aus dem Galgen ausgehoben wird.

Ebenso wird zuweilen infolge der Handhabung des Pinsels bei der Reinigung die Schraube für die Abreißfeder gedreht und dadurch das Relais verstellt.

Liegen ferner die Anschlagsschrauben nicht fest (vgl. Fig. 99), so können auch diese infolge der Handhabung des Pinsels ihre Lage verändern.

b) Fehler im polarisierten Relais von Siemens.

Durch Lockerung der Schrauben, mit denen die Polschuhe auf den Kernen befestigt sind, wird der Betrieb unsicher, weil die Polschuhe ihre Lage verändern.

c) Fehler im deutschen polarisierten Relais.

Infolge der Reinigung kann eine Verschiebung des Schwächungsankers eintreten oder eine Veränderung in der Stellung der Abreißfeder.

d) Fehler in dem polarisierten Relais mit Flügelanker
M. 1903.

Die Kontakte an der Ankerzunge und den Ankerschrauben sind nicht völlig rein und glatt und berühren sich nicht mit voller Fläche.

Zur Verhütung dieses Fehlers sind die Kontakte jeden Tag zu reinigen. Dazu dürfen nur besonders hierfür gelieferte Matrizen benutzt werden. Die Kontaktflächen der Anschlagsschrauben werden gereinigt, indem man die Messingwinkel, in denen die Schrauben sitzen, losnimmt, hierauf jeden Schraubenschaft durch die senkrechte Durchbohrung einer auf feinstes Schmirgelpapier gelegten Metallscheibe steckt und nun die Schraube mit gelindem Druck einige Mal im Kreise herumdreht. Zur Entfernung von Schmirgelstaub wird hierauf an Stelle des Schmirgelpapiers anderes Papier, z. B. ein Stück Morsestreifen, unter die Scheibe gelegt und die Drehung des Schraubenschafts wiederholt.

Ferner wird der Anker mit dem Bügel abgenommen und in eine Matrize eingelegt. Diese besitzt zwei Lager für die Ankerachse und zwei Schlitze zur Aufnahme der Kontaktzunge. Jeder Schlitz hat eine Erweiterung, in welche der Kontaktstutzen hineinpaßt, und dieser tritt nur soweit über die Oberfläche der Matrize hervor, daß er gerade noch mit einer Schmirgelfeile (einem auf zwei Seiten mit feinstem Schmirgelpapier beklebten Holzstäbchen) überstrichen werden kann. Mit dieser Feile wird zuerst die eine Kontaktfläche des Stutzens und dann, nachdem der Anker umgedreht und die Zunge in den zweiten Schlitz eingelegt worden ist, auch die zweite Kontaktfläche leicht angefeilt.

Als **Fehler im Galvanoskop** kommen am häufigsten vor:

- a) Schwächung des Nadelmagnetismus,
- b) Beschädigungen der Drahtwindungen.

Treten solche Fehler auf, so ist das Galvanoskop auszuwechseln. Im übrigen ist als Regel festzuhalten, daß die Achse der Galvanoskopnadel niemals geölt werden darf.

Fehler an der Taste sind leicht durch Reinigung der Kontakte und Achslager zu beseitigen.

Bei Reinigung der Kontakte wird häufig gegen die Vorschrift eine Feile in der Weise angewendet, daß nach mehrmaligem Feilen die Höhe der Kontakte sich wesentlich vermindert hat. Dies hat

dann zur Folge, daß der obere Kontakt nicht mehr mit voller Fläche auf der Fläche des unteren aufliegt und das sichere Arbeiten der Taste beeinträchtigt werden kann.

Meist genügt es, wenn rauhes, starkes Papier zwischen den sanft auf einander gedrückten Kontakten hindurchgezogen wird.

Wackelt der Tastenhebel, so muß die Schraube q und r (Fig. 111, Seite 141) angezogen werden.

Auch am Hakenumschalter der Sp-Gehäuse, Fig. 307 a und b, treten Fehler durch unsaubere Kontakte auf, die durch vorsichtige und sorgfältige Reinigung zu beseitigen sind.

Fehler im Blitzableiter:

a) Im Platten-Blitzableiter.

Fehler im Platten-Blitzableiter werden gewöhnlich durch fremde leitende Körper hervorgerufen, die entweder zwischen Leitungs- und Deckplatte geraten und Erdschluß herbeiführen, oder beide Leitungsplatten miteinander verbinden und dadurch Nebenschluß oder Ausschaltung des Amtes bewirken. Durch regelmäßige Reinigung des Blitzableiters werden solche Fehler vermieden.

Fehler derselben Art entstehen durch starke atmosphärische Entladungen; an der Übergangsstelle schmilzt das Metall und bildet Tröpfchen, die sich berühren. Man entfernt sie vorsichtig mit der Feile.

b) Im Spindel-Blitzableiter.

Am leichtesten und häufigsten entsteht ein Fehler durch nachlässiges Einschieben der Spindel. Auf das feste Eindrücken der Spindel ist daher besonders zu achten.

Nach dem Herausziehen der Spindel muß die Blattfeder oberhalb der Schienen den Kontakt der einen Schiene sicher berühren. Geschieht dies nicht, so ist die Auswechslung des Gehäuses zu veranlassen.

c) Im Kohlen-Blitzableiter

entsteht leicht Erdschluß, wenn der isolierende schmale Zwischenraum zwischen den beiden Kohlenplatten durch Kohlenteilchen überbrückt wird, die z. B. durch Erschütterungen des Blitzableiters losgerissen werden. Vorsichtiges Reinigen der Kohlenplatten beseitigt den Fehler.

d) Im Stangen-Blitzableiter.

Infolge von Luftfeuchtigkeit und Temperaturwechsel bilden sich feine Wasserbläschen zwischen der Leitungsplatte im Kopf

und dem inneren Rand des Deckels, wodurch Erdschluß entsteht. Der Fehler wird durch Reinigen und Trocknen der Platten bald gehoben.

Die Fehler im Fernsprecher kommen selten im Innern des Apparates, am häufigsten in den Leitungsschnüren vor.

Die Schnüre werden am ersten an den Stellen, wo sie in die zum Anklemmen dienenden Kupferdrähte übergehen, schadhafte. Man kann den Fernsprecher in der Weise prüfen, daß man die Enden der Leitungsschnüre mit den Poldrähnen einer kleinen Batterie berührt; dann muß ein deutliches Knacken im Fernsprecher entstehen.

In der Leitungsschnur kann der Fehler vorkommen, daß nicht bei jeder Lage der Schnur Stromlosigkeit eintritt, daher der Fernsprecher bald betriebsfähig sich zeigt, bald nicht. Um einen solchen Fehler zu finden, wird die Schnur nach Zwischenschalten einer Batterie zwischen die Enden mit der Hand in allen Teilen scharfen Biegungen ausgesetzt. Ein Bruch macht sich durch ein Knacken im Fernsprecher beim Biegen der fehlerhaften Stelle bemerklich.

Zeigt die Blechscheibe Rostflecke, oder ist es nicht möglich den Fernsprecher einzustellen, so muß er ausgewechselt werden.

Fehler im polarisierten Wecker. Der Anker macht regelmäßige Bewegungen, der Klöppel trifft aber die Glockenschalen nicht gleichmäßig oder zu hart. Dann stellt man die Schalen so ein, daß die Kugel des Klöppels in der Ruhelage links und rechts von der betreffenden Schale einen geringen Abstand (etwa $\frac{1}{4}$ mm) erhält. Das Biegen der Klöppelstange ist unstatthaft.

Fehler im Magnetinduktor. Abgesehen von dem schon erwähnten Mangel, daß die Schleiffedern keinen sicheren Kontakt geben, kann es vorkommen, daß die Achsen sich in den Lagern fest reiben. Rechtzeitiges Ölen der Lager beugt diesem Fehler vor.

D. Störungen im Orts-Linienbezirk und ihre Beseitigung.

Jeder Telegraphenanstalt ist zur Beaufsichtigung und Unterhaltung ein örtlicher Linienbezirk — die Ortslinie — überwiesen. Sie umfaßt in der Regel die von der vorbeigehenden Eisenbahn oder von der Landstraße nach der Telegraphenanstalt führende Telegraphenlinie einschließlich der Linie auf dem zugehörigen

Bahnhofs. Für zweifelhafte Fälle werden die Grenzpunkte der Ortslinienbezirke von der Ober-Postdirektion festgesetzt.

Der Vorsteher oder sein Stellvertreter hat den Orts-Linienbezirk mindestens einmal wöchentlich genau zu besichtigen und sogleich alle notwendigen Ausbesserungsarbeiten ausführen zu lassen.

Für den guten Zustand der Ortslinie ist der Vorsteher der Telegraphenanstalt verantwortlich.

Hat daher die Untersuchung ergeben, daß die Ursache einer Betriebsstörung außerhalb des Amtes zu suchen ist, so muß ohne Zeitverlust festgestellt werden, ob der Fehler innerhalb oder außerhalb der Ortslinie liegt.

Zur Ausführung dieser Untersuchung ist die Kenntnis derjenigen technischen Einrichtungen erforderlich, die in der Regel an den Grenzpunkten der Ortslinie sich befinden. Es sind dies Untersuchungsstangen und Überführungssäulen.

Die Untersuchungsstangen tragen Untersuchungsstellen für die einzelnen Leitungen.

Eine solche Untersuchungsstange mit einer Leitung ist in ihrem oberen Teile in Fig. 264 dargestellt.

Eine eiserne, an die Stange geschraubte Konsole C trägt zwei Stützen mit Doppelglocken, an denen die beiden Leitungszweige L_1 und L_2 endigen.

Vor jeder Doppelglocke ist eine federnde Spirale aus leichter Leitung mit dem Leitungszweige verlötet, die Enden der Spiralen sind über die Köpfe der Doppelglocken hinweg gebogen und mit der Doppelklemme K verbunden.

Lockert man die Schrauben der Klemme, so läßt sie sich auf einem Drahtende zurückschieben, sodaß die Leitung getrennt ist.

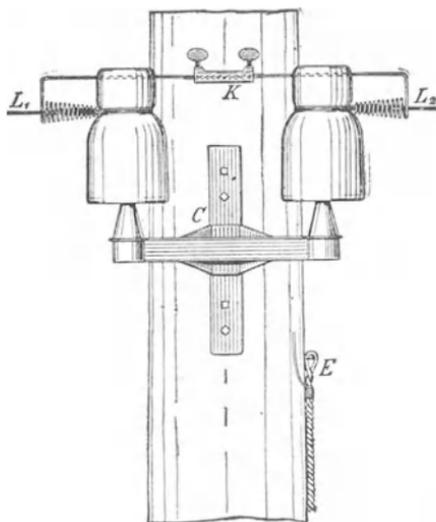


Fig. 264.

Untersuchungsstange.

An der Stange ist ferner eine Erdleitung E hinaufgeführt; an das Ende derselben ist ein Stück leichter Leitung angelötet.

An der Untersuchungsstelle kann man beide Leitungsarme trennen (isolieren), beide mit Erde verbinden oder einen Arm isolieren und den andern mit Erde verbinden. Wird die Klemme gelöst und, wie erwähnt, auf das eine Drahtende zurückgeschoben, und biegt man die beiden Enden etwas auseinander, sodaß sie sich nicht berühren, so sind beide Leitungsarme isoliert.

Klemmt man einen Hilfsdraht mit einem Ende an die Erdleitung und steckt das andere Ende in die zurückgeschobene Klemme K, so ist der Arm, auf dem die Klemme sitzt, mit Erde verbunden, während der andere isoliert bleibt. Verbindet man auch den andern Leitungsarm durch einen Hilfsdraht mit der Erdleitung, so sind beide Arme auf Erde geschaltet.

Bei der Bedienung einer Untersuchungsstange ist sorgfältig darauf zu achten, daß die Leitungen mit der Klemme wieder sicher verbunden werden. Die beiden Drahtenden müssen durch die ganze Länge der Klemme greifen, die Schrauben sind recht fest anzuziehen. Wenn das Ende der Erdleitung an einer Stange mit mehreren Untersuchungsstellen zwischen diese hineingeführt ist, so ist es nach dem Gebrauche wieder an die Stange zurückzubiegen, damit keine Leitung berührt wird und nicht etwa Erdschluß entsteht.

Bemerkt man, daß die Klemme im Innern mit Grünspan bedeckt ist und die Enden der Drähte rostig sind, so sind Klemme und Drahtenden wieder metallisch blank zu machen.

Die Konsolen an einer Untersuchungsstange müssen mit den Nummern der Leitungen versehen sein.

Die Verbindung zwischen den oberirdischen Linien und den Kabellinien erfolgt mittels **Überführungssäulen**.

An denjenigen Punkten einer Ortslinie, wo die vom Amte kommenden Kabel mit den oberirdischen Linien verbunden sind, befinden sich daher Überführungssäulen.

Eine Überführungssäule besteht in der Regel aus zwei etwas geneigt gegeneinander aufgestellten Hölzern hh (Fig. 265), die in ihrem oberen Teile ausgeschnitten und zu beiden Seiten mit aufgeschraubten Brettern bekleidet sind. Der obere Raum wird an einer Seite durch eine Tür verschlossen.

Die Kabel werden in der Überführungssäule in die Höhe geführt. Innerhalb des Kastens sind die Kabel von den Schutzdrähten befreit.

Die einzelnen Kabeladern *kk* enden an Messingklemmen *m*, die auf Unterlagen *e* von Hartgummi sitzen (Fig. 266). Oberhalb der Klemmen sind in den Seitenwänden des Kastens Hartgummirohre *r* mit Glocken eingesetzt; unterhalb der Hartgummiglocken sind Doppelglocken kleiner Form (No. III) *d* befestigt. Von den Messingklemmen aus sind die Kabelleitungen als Guttaperchadrähte, die mit geteertem Haufgarn umspinnen werden, durch die Hartgummirohre bis zu den Isolatoren geführt.

Die oberirdischen Leitungen sind an einer Stange *A* (Fig. 267) vor der Überführungssäule abgespannt; von hier aus bis zu den kleinen Isolatoren an der Überführungssäule bestehen sie oberirdisch aus leichter Leitung. Die aus der Säule tretenden isolierten Drähte werden von der Guttaperchahülle befreit und um den leichten

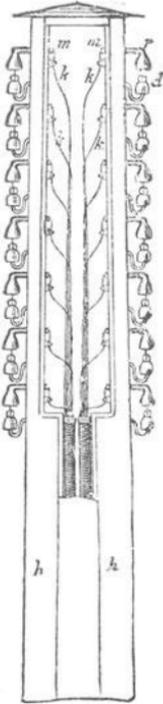


Fig. 265.
Überführungssäule,
geöffnet.

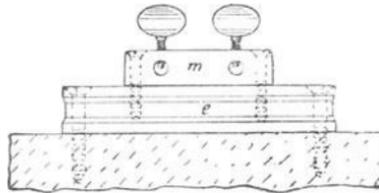


Fig. 266.
Klemme für Kabeladern.

Leitungsdraht in 5—6 Windungen gewickelt; die Verbindungsstelle wird gut verlötet.

Die Figur 267 zeigt die Überführungssäule *U* mit der Abspannstange *A*.

An der Abspannstange wird jede Leitung mit dem in den Figuren 198 bis 200, Seite 227 und 228, dargestellten Stangen-Blitzableiter versehen. Diese Blitzableiter sind hier nicht gezeichnet.

Wenn zur Verbindung einer großen Anzahl ober- und unter-

irdischer Leitungen Überführungssäulen gewöhnlicher Bauart nicht ausreichen, so werden geräumigere Säulen verwendet. Solche Säulen werden aus Verbandholz mit Vorder- und Rückwand aus gespundeten Brettern ausgeführt.

Zur inneren Einrichtung solcher Säulen gehört im wesentlichen ein aus einem Rahmen von zwei U-Eisen bestehendes Gestell (Fig. 268), auf dem eichene Bretter kastenartig befestigt sind. Innerhalb dieser Kasten werden Platten-Blitzableiter für sieben Leitungen (Fig. 268 BB) angebracht. Stangen-Blitzableiter finden bei diesen Säulen keine Verwendung.

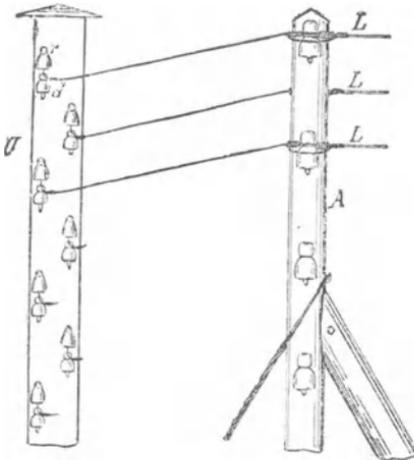


Fig. 267.

Überführungssäule und Abspannstange.

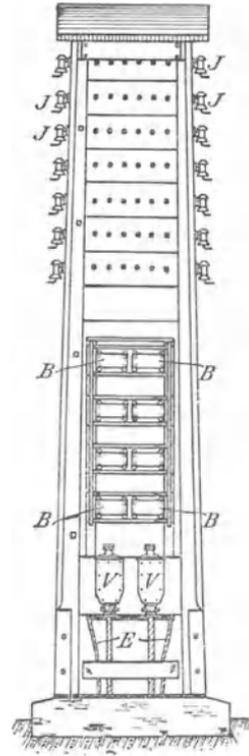


Fig. 268.

Große Überführungssäule.

Die Erdkabel endigen in Kabelendverschlüssen (Fig. 268 VV). Zu deren Befestigung wird an dem unteren Teile des eisernen Rahmens ein eichenes Brett angebracht, das drei Endverschlüsse aufnehmen kann. Aus diesen heraus führen als Fortsetzung der Erdkabel wetterbeständige oder Guttaperchakabel zu den Blitzableitern. Die einzelnen Adern treten durch die Wände der erwähnten Kasten an die unteren Blitzableiterklemmen. Von den oberen Klemmen aus erfolgt die Weiterführung der in Betrieb ge-

nommenen Adern mittelst Gummiadern bis zu Isolatoren besonderer Form, den sogenannten Endisolatoren (Fig. 268 JJ), die an einer Breitseite und den beiden Schmalseiten der Säulen befestigt werden.

Die Endisolatoren (Fig. 269) bestehen aus dem gußeisernen Mantel mit Ansatz und der Leitungsstange a, die durch eine Hartgummiröhre bb isoliert ist. Leitungsstange, Hartgummiröhre und Mantel sind mit isolierendem Kitt fest verbunden. Durch die Öffnung dc führt die vom Blitzableiter aus dem Innern der Säule kommende Gummiader zur Klemme e. An der Leitungsstange wird die oberirdische Leitung festgelötet.

Den eisernen Blitzableiter-rahmen in der Säule verbindet eine Erdleitung (EE) mit dem feuchten Erdreich.

In den Überführungssäulen können die oberirdischen Leitungen von den unterirdischen getrennt und beide können mit der Erde (Kabel-Schutzhülle oder besondere Erdleitung) verbunden werden. Die Säulen sind deshalb bequeme Punkte für die Untersuchung der Leitungen.

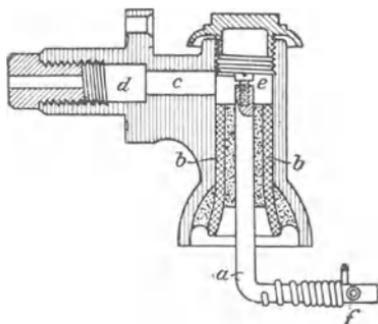


Fig. 269.

Endisolator für große Überführungssäulen.

Auf dem Amte muß sich eine Zeichnung der Überführungssäule befinden, woraus die Lage und Nummer jeder Leitung zu ersehen ist.

Wenn oberirdische Leitungen am Eingang eines Tunnels mit unterirdischen verbunden werden, so erfolgt die Verbindung in ähnlicher Weise in einem sog. Tunnel-Überführungskasten. Die von der Abspannstange herangeführten oberirdischen Leitungen aus leichtem Leitungsdraht enden dann an Doppelglocken eines eisernen Rohrständers, der neben dem Kasten angebracht ist. Von hier aus führen isolierte Drähte durch Hartgummirohre mit Glocken, die in der Seitenwand des Kastens sitzen, zu Klemmen im Innern des Kastens. An den Klemmen enden auch die Kabeladern. Der Kasten kann daher ebenfalls als Untersuchungsstelle für die Leitungen benutzt werden.

Untersuchung an der Untersuchungsstange oder Überführungssäule. Die Feststellung, ob der Fehler innerhalb der

Stadtlinie liegt oder nicht, ist leicht und schnell zu bewirken, wenn an den Endpunkten der Ortslinie sich Untersuchungsstangen oder Überführungssäulen befinden.

Ist eine

Leitung unterbrochen,

so wird in der Untersuchungsstelle (Untersuchungsstange oder Überführungssäule) das vom Amte kommende Ende der Leitung mit Erde verbunden (vergl. Seite 328, 331). Sendet man jetzt Strom in die Leitung, und schlägt das Galvanoskop nicht aus, so liegt der Fehler innerhalb der Ortslinie.

Hat eine

Leitung Nebenschlufs (Erdschlufs),

so wird in der Untersuchungsstelle das vom Amte kommende Ende der Leitung isoliert (vergl. Seite 328, 331). Sendet man vom Amte Strom, und zeigt das Galvanoskop Ausschlag, so liegt ein Fehler innerhalb der Ortslinie.

Bei

Berührung von Leitungen

werden beide vom Amt in die Untersuchungsstelle eintretenden Enden der Leitungen gleichzeitig isoliert. Sendet man Strom in eine von beiden Leitungen, und zeigen die Galvanoskope Ausschlag, so besteht Berührung innerhalb der Ortslinie zwischen den beiden Leitungen.

Besteht die Ortslinie etwa aus einem unterirdischen Teil, an den sich ein oberirdischer anschließt, so führt man zunächst am Ende des oberirdischen Teiles, d. h. an der Grenze der Stadtleitung, die Verbindungen aus.

Wird hierbei festgestellt, daß der Fehler in der Ortslinie liegt, so benutzt man die Trennstelle zwischen dem unterirdischen und oberirdischen Teil, um die Lage des Fehlers für einen der beiden Teile weiter zu bestimmen.

Die Verbindungen an der Säule oder Stange werden zu verabredeten Zeiten ausgeführt, sodaß auf dem Amte zuverlässig beobachtet werden kann; mit Rücksicht auf kleine Zeitunterschiede setzt man die Dauer der Verbindungen gewöhnlich auf einige Minuten fest, z. B.:

Isolation von 8 Uhr bis 8 Uhr 5 Min.,

Erdverbindung von 8 Uhr 5 Min. bis 8 Uhr 10 Min.

Ist ein Verkehr mit einem entfernten Amte, das ebenfalls in der gestörten Leitung liegt, auf einem Umwege möglich, so werden die Beobachtungen gleichzeitig von beiden Ämtern nach Vereinbarung gemacht.

Befindet sich an der Grenze des Orts-Linienbezirkes keine der beschriebenen Untersuchungsstellen, so läßt sich die Untersuchung nur durch genaue Besichtigung ausführen.

Beseitigung der Störungen. Sobald ein Fehler in der Ortslinie festgestellt worden ist, muß sie begangen und der Ort des Fehlers aufgesucht werden.

Es sind drei Fälle zu unterscheiden: die Ortslinie ist

- a) durchweg unterirdisch,
- b) durchweg oberirdisch,
- c) teils unterirdisch, teils oberirdisch.

Liegt der Fehler auf einer unterirdischen Strecke, so muß, wiewgleich dem Amte für gewöhnlich die Mittel fehlen, die Störung beseitigen zu können, dennoch die Begehung der Strecke ohne Verzug stattfinden. Der Zweck der Begehung ist, Anhaltspunkte über den Ort und die Ursache des Fehlers zu finden, damit die spätere Instandsetzung erleichtert oder ein an der Beschädigung des Kabels schuldiger Teil ermittelt wird.

Man erkennt dann die Stellen, wo Arbeiten an der Straße ausgeführt worden sind und möglicher Weise das Kabel eine Beschädigung erlitten hat.

Von wesentlicher Bedeutung ist es, daß das Amt sich von allen Arbeiten, die im Zuge der Kabel an dem Straßenkörper vorgenommen werden, in Kenntnis erhält und bei Arbeiten, die eine Bloßlegung des Kabels oder eine Beschädigung (z. B. durch Arbeiten an der Gas- oder Wasserleitung) herbeiführen könnten, sogleich geeignete Vorsichtsmaßregeln trifft, etwa durch Überwachung der Stelle während der Arbeiten durch einen Unterbeamten oder Leitungsaufseher. Bloßgelegte Guttaperchakabel müssen dabei zum Schutz gegen die Sonnenstrahlen mit Stroh, Brettern, alten Säcken u. dergl. abgedeckt werden. Der Ober-Postdirektion ist stets von solchen Arbeiten rechtzeitig Meldung zu machen. Die Beseitigung von Störungen in unterirdischen Leitungen wird auf Meldung des Amtes durch die Ober-Postdirektion veranlaßt. Ist eine Aushilfsader verfügbar, so wird diese sogleich an Stelle der gestörten Leitung eingeschaltet.

Wird der Fehler dagegen in der oberirdischen Leitung gefunden, so muß er unter allen Umständen sogleich beseitigt und die Leitung wenigstens vorläufig instand gesetzt werden. Nachstehend werden die einfachsten Störungsfälle und deren Beseitigung beschrieben:

Zwei Leitungen verschlungen.

Man erschüttert nahe an dem der Verschlingung zunächst liegenden Stützpunkte durch Gegenklopfen mit einer leichten Stange eine der Leitungen. In den meisten Fällen werden dadurch die verschlungenen Drähte von einander gelöst. Bei innigeren Verschlingungen fährt man vorsichtig, ohne große Gewalt anzuwenden, mit einer Stange zwischen den Leitungen hindurch.

Zwei Leitungen durch einen fremden Körper, z. B. Bindfaden, verbunden.

Der Bindfaden wird mit Hilfe eines Messers entfernt, das am Ende einer leichten Stange befestigt wird.

Baumzweige werden durch Ausästen entfernt.

Eine Leitung gerissen.

Die Enden werden mit einer Leine soweit als möglich zusammengezogen; dann wird ein Drahtstück eingesetzt. Zu dem Zweck werden die blanken Enden des Drahtstückes und der Leitung fest zusammengedreht. Wenn die Leitung so tief hängt, daß der Verkehr behindert oder die Leitung gefährdet wird, so ist sie passend zu unterstützen, dadurch daß man ein oder mehrere leichte Stangen unter die Leitung setzt oder sie mit einer Leine von einem festen Punkte aus genügend hebt.

Eine Leitung vom Stützpunkt abgefallen.

Ist dies in gerader Linie geschehen, so wird der Draht wieder an der Doppelglocke befestigt. Steht dagegen die Stange im Winkel und ist z. B. die Stütze herausgerissen, so wird die Leitung mit einer Leine soweit als möglich nach der Stange zurückgezogen und mit der Leine festgebunden.

Eine Leitung in Berührung mit einem zur Erde ableitenden Körper (Dachrinne).

Die Leitung wird von einem geeigneten festen Punkte aus mit einer Leine von dem ableitenden Körper entfernt gehalten.

Eine Leitung hat zu großen Durchhang.

Die Leitung wird ebenso gehoben, wie bei der Ausbesserung eines Drahtbruches beschrieben wurde.

Eine Stange umgebrochen.

Sämtliche Leitungen werden von den Doppelglocken gelöst und die Verschlingungen getrennt. Lag der Stützpunkt in gerader Linie, so kann man die Leitungen u. U. vorläufig hängen lassen; nur wenn sie zu tief hängen, müssen sie unterstützt werden und zwar dadurch, daß man die alte Stange wieder aufrichtet und die Leitungen an der Stange festbindet.

Stand die Stange in einem Winkelpunkt, so wird eine Notstange aufgestellt und durch Verankerung oder Verstrebung gesichert. Dann werden die Leitungen mit Leinen an der Notstange so gut als möglich festgelegt.

Bei allen solchen Arbeiten ist es wichtig, den Betrieb möglichst schnell wiederherzustellen; die endgültige Instandsetzung wird, falls dem Amte ein Leitungsaufseher überwiesen ist, von diesem ausgeführt; andernfalls veranlaßt die Ober-Postdirektion die Ausführung.

Verhalten bei Untersuchung der Leitung durch andere Betriebsstellen.

Die selbständigen größeren Betriebsstellen sind in der Lage und verpflichtet, die Leitungen zu untersuchen und die Fehler einzugrenzen.

Die Aufforderungen, die zu diesem Zwecke durch Amts-telegramme ergehen, haben die kleineren Betriebsstellen auf das genaueste zu befolgen, weil hiervon das Ergebnis der Untersuchung abhängt.

Solche Aufforderungen beziehen sich auf:

1. Unmittelbare Verbindung von Leitungszweigen,
2. Isolation einer Leitung,
3. Erdverbindung.

Es kann ferner verlangt werden, diese Verbindungen im Amte selbst oder an einer Untersuchungsstelle auszuführen.

Verbindungen im Amte.

Ein Linienumschalter ist nicht vorhanden.

1. Bei Ruhestrom wird die Isolierung am einfachsten durch Tastendruck erzielt.

Soll die Isolierung aber wie gewöhnlich längere Zeit, — 5 bis 10 Minuten — andauern, so löst man am besten die Leitung von der Tischklemme. Handelt es sich um eine Leitung für Fernsprechbetrieb, so löst man die Leitung von dem Sicherungskästchen.

2. Die Erdverbindung wird für den linksseitigen Zweig der Leitung hergestellt durch Einstecken des Stöpsels in das Loch 2 des Blitzableiters, für den rechtsseitigen Zweig durch das Einstecken des Stöpsels in das Loch 3. Fernsprechleitungen werden an Erde gelegt, indem man am Sicherungskästchen die Leitungsklemme mit der Erdklemme durch einen Draht verbindet.

Sollen beide Zweige zugleich mit Erde verbunden werden, so ist Loch 1 zu stöpseln.

3. Zur unmittelbaren Verbindung zweier Leitungen setzt man den Stöpsel in das Loch 4 des Platten-Blitzableiters.

Ein Linienumschalter ist vorhanden.

1. Zum Zwecke der Isolierung entfernt man den Stöpsel zwischen der Apparatschiene und der Leitungsschiene.

2. Um eine Erdverbindung auszuführen, entiernt man den Stöpsel, der zwischen Apparat und Leitungsschiene sitzt, und setzt ihn in die Kreuzung der Leitungsschiene mit der Erdschiene. (Vgl. Seite 206.)

3. Zur unmittelbaren Verbindung zweier Leitungen entfernt man die Stöpsel für beide Leitungen aus ihrer Stelle zwischen Apparat- und Leitungsschiene und setzt sie in die Kreuzungsstellen der Leitungsschienen mit einer horizontalen freien Schiene. (Vergl. Seite 206.)

Die Verbindungen außerhalb des Amtes werden an Untersuchungsstangen und Überführungssäulen nach den Seite 331 und 332 gegebenen Erläuterungen bewirkt.

Fünfter Teil.

Fernsprechapparate.

Allgemeines. Die Apparate zur Übermittlung und zur Wiedergabe gesprochener Laute sind entweder solche, welche beiden Zwecken zu dienen vermögen — Fernsprecher (Telephone) — oder solche, welche nur zur Übermittlung benutzt werden können — Mikrophone. Das Mikrophon wird gemeinsam mit einer Induktionsspule verwendet. Werden Sprachlaute durch das Mikrophon übermittelt, so muß zur Wiedergabe der übertragenen Laute ein Fernsprecher, in diesem Falle auch Fernhörer genannt, verwendet werden.

Die Wirkungsweise des Fernsprechers ist auf Seite 45 und 46 erklärt worden. Fig. 36 zeigt die wesentlichen Teile des Apparates. Verbinden wir demnach zwei Fernsprecher durch eine Leitung (Fig. 270) und sprechen gegen die Eisenplatte des einen, so erhalten wir in seinen Drahtrollen Ströme, welche durch die Leitung zu dem zweiten Fernsprecher gehen; in letzterem wiederholen sich die Vorgänge in umgekehrter Reihenfolge, und wir hören daher in dem zweiten genau die Töne, welche der erste empfangen hat.

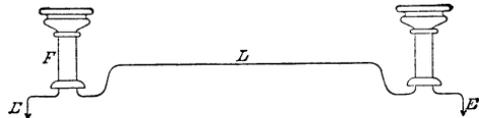


Fig. 270.
Fernsprechverbindung.

Eine Klemme jedes Fernsprechers wird dabei mit der Leitung L, die andere mit der Erde E (oder mit dem zweiten Draht der Doppelleitung) verbunden. Die Ströme, welche in dem einen Fernsprecher erzeugt werden, fließen durch die Leitung zum andern Fernsprecher, durch die Rollen des letzteren zur Erde, sodaß, da die Rollen des ersten Fernsprechers auch mit der Erde in Verbindung stehen, ein geschlossener Stromkreis hergestellt ist. Ebenso wie regelmäßig gebildete Töne überträgt der Fernsprecher in der

beschriebenen Weise jeden beliebigen Schall, der die Eisenplatte in Schwingungen versetzt; er überträgt also auch jedes Geräusch, jeden Sprachlaut, jedes Gespräch.

Wir haben hier vorausgesetzt, daß an den beiden Enden der Leitung Fernsprecher benutzt werden. Dem einen fällt die Aufgabe zu, die Schall- und Tonwellen in elektrische Stromwellen zu übersetzen, welche der zweite in Schall zurückverwandelt; die Rolle des ersteren können wir auch einem Mikrophon übertragen, das zusammen mit der Induktionsspule und einer Batterie ähnlich wie der Fernsprecher den Schall in elektrischen Strom umbildet und den Vorzug besitzt, für gleich starke Töne stärkere Ströme zu liefern als der Fernsprecher.

In seiner einfachsten Gestalt — welche für technischen Gebrauch nicht geeignet ist und nur zur Erläuterung der Vorgänge hier besprochen wird — besteht das Mikrophon aus drei Stückchen

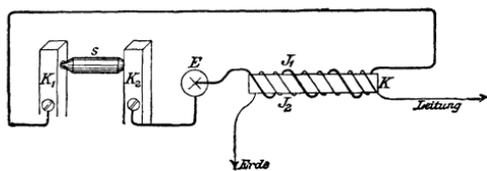


Fig. 271.
Mikrophon.

harter Kohle K_1 , K_2 und s (Fig. 271). Das Kohlenstückchen s ist ein Stift mit zugespitzten Enden, mit denen er in Vertiefungen der Klötzchen K_1 und K_2 gelagert ist. Der Strom eines galvanischen Elementes E wird bei K_1 ein- und bei K_2 ausgeführt; er findet einen Übergangswiderstand (Seite 20) an den Stellen, wo der Stift s die beiden Klötzchen K_1 und K_2 berührt. Hier stehen nämlich die Kohlenflächen in ziemlich lockerer Berührung; nur die Schwere des Stiftes s übt den Druck aus, durch den die Kohlenstückchen aufeinander gepreßt werden. Gerät der Stift s in Bewegung, so ändert sich der Druck in rascher Folge, sodaß ein fortwährender Wechsel in der Innigkeit der Berührung und damit der Größe des Widerstandes eintritt. In dem Maße, wie der Widerstand sich ändert, nimmt auch die Stromstärke in dem

Kreise $E J_1 K_1 s K_2$ ab und zu.

Der Teil J_1 dieses Stromkreises ist ein Draht, der um einen Kern K aus weichem Eisen, meistens ein Bündel Eisendraht, gewunden ist; er macht also den eisernen Kern solange zum Magnet, als der Strom durch den Kreis fließt (vgl. Seite 34, 35). Die Stärke dieses zeitweiligen Magnetes hängt von der Stärke des Stromes

in J_1 und folglich von der Größe des Widerstandes im Mikrophon ab. Da nun der letztere durch Bewegungen geändert wird, so folgt diesen Bewegungen auch die Stärke des Magnetes K .

Um K ist ein zweiter Draht J_2 gewunden; durch die Änderungen der Stärke des Magnetes K wird in J_2 eine Induktion hervorgebracht (vgl. hierzu Seite 50). Verbindet man die Enden von J_2 durch eine Leitung, so fließt in dieser ein Wechselstrom, solange der Stift s sich hin- und herbewegt. Die Stärke der Induktion hängt ab von der Stärke der Bewegung von s ; die Häufigkeit, mit der der induzierte Strom die Richtung wechselt, hängt ab von der Schnelligkeit, mit der sich s hin- und herbewegt.

Wenn wir nun die drei Kohlenstückchen K_1 , s , K_2 an einer leichten Holzplatte befestigen und gegen die letztere sprechen, so kommt s in Bewegung, und zwar um so stärker, je lauter wir sprechen, um so rascher, je höher die Stimmlage der sprechenden Person ist; auch die anderen Eigentümlichkeiten der Sprache drücken sich in entsprechenden Eigentümlichkeiten der Bewegung des Stiftes s aus.

Da das Mikrophon in Gemeinschaft mit der Induktionsspule alle Bewegungen von s in Wechselströme umsetzt, so erhalten wir in der Leitung L ein genaues elektrisches Bild der gegen die Mikrophonplatte gesprochenen Worte. Wir können diese Ströme einem Fernsprecher zuführen und sie dadurch wieder in Sprachlaute zurückverwandeln, wie auf Seite 46 näher beschrieben worden ist.

Bei Verwendung des Mikrophons als Geber wird die Schaltung eine andere; auf jedem Amte wird zwischen den Empfänger und die Leitung die sekundäre Wicklung J_2 der Induktionsspule geschaltet; der Mikrophon-Stromkreis EMJ_1 ist auf jedem Amte für sich geschlossen (vgl. Fig. 272).

Fernsprecher und Mikrophon können auch ohne Induktionsspule verbunden werden. Diese Schaltung wird gewöhnlich bei kurzen Leitungen in der Haustelexphonie verwendet, z. B. in Fabriken, Gasthöfen u. dgl. Die Batterie, das Mikrophon und der Fernsprecher liegen im Stromkreis hintereinander. Der von der Batterie erzeugte gleichförmige Strom bewirkt im Fernsprecher nur eine

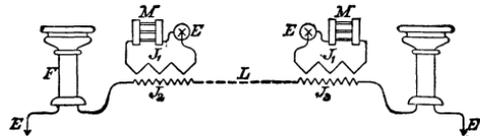


Fig. 272.

Fernsprechanlage mit Mikrophonebern.

Durchbiegung der Schallplatte; erst wenn durch Sprechen der Widerstand des Mikrophons und zugleich die Stromstärke geändert wird, gerät auch die Platte des Fernsprechers in Schwingungen, welche die der Mikrophonplatte getreu nachbilden.

Bei den neuen Zentralbatteriesystemen wird eine ähnliche Schaltung auch für Anschlußleitungen verwendet.

Neunzehnter Abschnitt.

Der Fernsprecher (Telephon).

Der Fernsprecher gerader Form (Fig. 273) besteht aus:

- a) einem Hufeisenmagnet m mit aufgesetzten Polschuhen;
- b) zwei Rollen rr aus feinem Draht, welche die Polschuhe $e_1 e_2$ umgeben;
- c) einer dicht vor den Polschuhen liegenden kreisförmigen Weißblechscheibe s .

Diese Teile sind in einem Gehäuse gg mit hölzernem Mundstück MM eingeschlossen.

Der Magnet m sitzt in dem Rohr des Messinggehäuses g . Mittels der Schraube S_1 , die durch die Bodenplatte b des Gehäuses greift, wird der Magnet im Gehäuse in seiner Lage erhalten. Wird diese Schraube nach rechts herum gedreht, so senkt sich der Magnet nach der Bodenplatte zu, bei Linksdrehung hebt er sich. Das Senken und Heben dient zur Regelung der Lautwirkung. Die winkelig geformten flachen Polschuhe aus weichem Eisen $e_1 e_2$ sind auf den Enden des Magnetes festgeschraubt.

Die Drahtrollen. Jeder Polschuh ist von einer Drahtrolle r umgeben. Zwei Enden dieser Rollen sind durch Lötung miteinander verbunden, die beiden andern Enden stehen mit stärkeren Kupferdrähten x_1 und x_2 in Verbindung. Um die Kupferdrähte auseinander zu halten, sind sie durch die Ebonitstücke $a_1 a_2$ hindurchgeführt und enden an den Schraubenklemmen $k_1 k_2$. Von denselben Schraubenklemmen gehen zwei, aus feinen Drähten zusammengedrehte, isolierte Leiter aus, welche an einem Punkte seitwärts der Bodenplatte durch ein Porzellanstück austreten und sich dann in eine Leitungsschnur fortsetzen, die den Namen

Lahnlitzenschnur führt und aus zwei gut von einander isolierten, durch eine gemeinsame Umhüllung zusammengehaltenen Stromleitern besteht. Am andern Ende, mittels dessen die Leiter wieder mit Klemmen von Apparaten verbunden werden müssen, erscheinen die beiden Leiter jeder mit besonderer Umhüllung; sie endigen dort in blanken Kupferdrähten.

Zum Aufhängen des Fernsprechers dient ein Messingbügel B.

Die Fernsprecher mit seitlicher Schallöffnung (M. 86 u. 93) unterscheiden sich von dem eben beschriebenen durch ihr geringeres Gewicht und die für den Gebrauch bequemere äußere Gestalt. Sie enthalten wie der Fernsprecher der älteren Form einen Hufeisenmagnet *mm* aus Stahl (Fig. 274 bis 277), an dem die Polschuhe *e*₁ und *e*₂ aus weichem Eisen seitlich von den Polen angeschraubt sind. Dicht vor den Polschuhen ist auch hier die Eisenplatte *s* mit dem Schalltrichter *M* angebracht (s. Fig. 275); um den Abstand der Eisenplatte von den Polschuhen abgleichen zu können, ist der ganze Kopfteil des Fernsprechers, Schalltrichter, Eisenplatte und Hals *g* um das Gewinde des Ringes *b* drehbar. Auf dem Rande *a* sind Marken angebracht, an denen man die für die Einstellung zulässigen Grenzen mittels des Zeigers *t* erkennen kann.

Auf den Polschuhen sitzen die Drahtrollen *r*; ihre Enden sind zu den Klemmen *k*₁ und *k*₂ geführt, an welche die Lahnlitzenschnur anschließt; die letztere tritt durch das Stück *o* heraus.

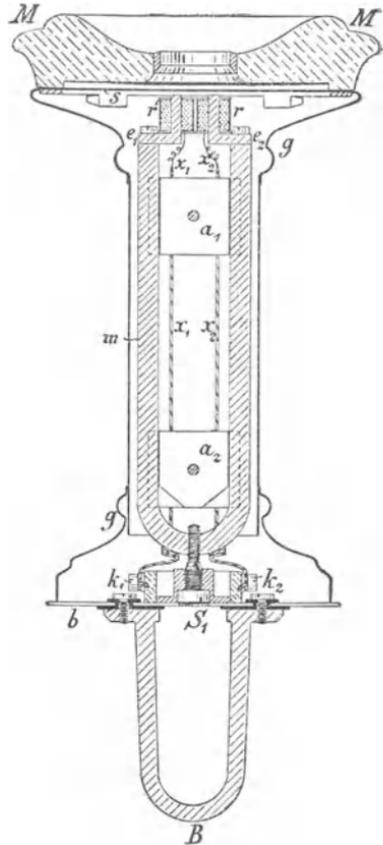


Fig. 273.

Fernsprecher gerader Form.

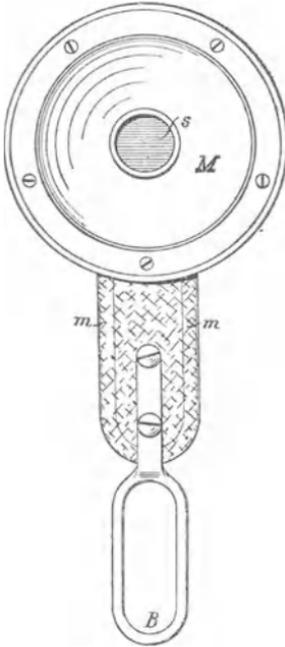


Fig. 274.

Fernsprecher mit seitlicher Schallöffnung (Ansicht).

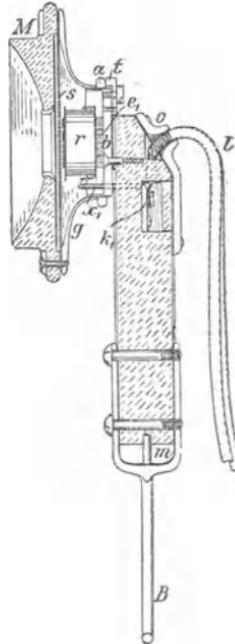


Fig. 275.

Fernsprecher mit seitlicher Schallöffnung (Durchschnitt).

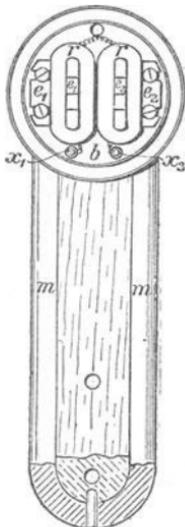


Fig. 276.

Fernsprecher mit seitlicher Schallöffnung (Elektromagnetsystem).

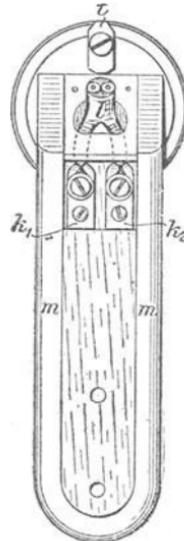


Fig. 277.

Fernsprecher mit seitlicher Schallöffnung (Zuleitungen).

Die Polschuhe sind geschlitzt; hierdurch wird vermieden, daß die in den Drahtrollen r verlaufenden Ströme in dem Metall der Polschuhe durch Induktion stärkere Ströme erzeugen.

Der Raum zwischen den Schenkeln des Stahlmagnets ist durch Holz ausgefüllt, welches zur Befestigung des Bügels H , der Klemmen k_1 und k_2 und des Stückes o dient. Der Magnet ist mit einer dünnen Lederhülle umgeben. Zum Aufhängen des Fernsprechers am Sprechgehäuse dient der Bügel B .

Der elektrische Leitungswiderstand eines Fernsprechers beträgt etwa 200 Ohm.

Der Fernsprecher mit Ringmagnet (M.1900)

(Fig. 278, 279) enthält an Stelle des schweren Hufeisenmagnetes ein System aus zwei halbringförmigen Scheibenmagneten A B , deren gleichnamige Pole einander zugekehrt sind, und die durch die Unterlegeplatten der Polschuhe zu einem geschlossenen Ringe vereinigt werden. Polschuhe und Spulen sind ähnlich gestaltet, wie bei den älteren Fernsprechern. Das leichte Magnet-system befindet sich in einer vernickelten Messingkapsel, auf welche die hölzerne Hörmuschel nebst der Membran mit einem Gewinding festgeschraubt ist, und wird durch die Wirkung zweier auf die Führungsstifte T T gesetzten Spiralfedern FF gegen die in eine Platte endigende Messingschraube S gedrückt, welche sich in einer ringförmigen Verstärkung des Kapsel-

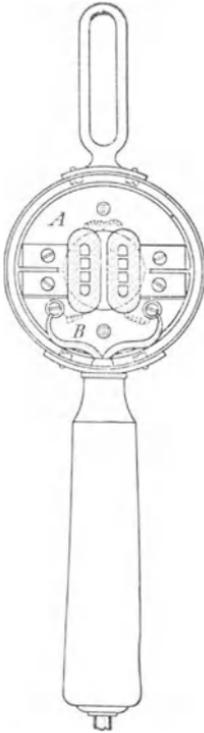


Fig. 278.

Fernsprecher mit Ringmagnet.

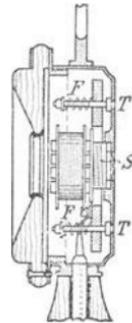


Fig. 279.

Fernsprecher mit Ringmagnet (Durchschnitt).

bodens bewegt und zur Regelung der Empfindlichkeit dient. Die Membran ist kleiner und dünner als in den älteren Apparaten, was zur Verbesserung der Lautwirkung beiträgt.

Zur Verbindung der durch den Holzgriff gezogenen Leitungsschnur mit den Enden der Drahtumwindungen dienen zwei im Innern des Gehäuses angebrachte Schnittschrauben. Der zum Aufhängen des Fernhörers bestimmte Bügel, der bei den älteren

Apparaten mit der Metallkapsel leitend verbunden war, wird neuerdings an letzterer isoliert angebracht.

Kopffernhörer. Bei den Vermittlungsanstalten mit Vielfachbetrieb werden als Fernhörer in der Regel sog. Dosentelephone



Fig. 280.
Kopffernhörer.

ohne Griff verwendet, deren Bauart dem eben beschriebenen Fernhörer ähnlich ist. Der Kopffernhörer (Fig. 280) enthält in einem dosenförmigen Metallgehäuse einen halbringförmig gebogenen Magnet, dessen Pole einander zugekehrt und mit rechtwinkligen Polschuhen versehen sind. Die Drahtspulen haben je nach dem System, bei dem sie verwendet werden, verschiedenen Widerstand. Zu Prüfzwecken wird in bestimmten Fällen eine besondere Leitung in der Mitte zwischen den beiden Spulen angeschlossen (Fig. 346 und 353), oder der Fernhörer erhält noch eine besondere Wickelung. Eine dünne Eisenmembran wird durch den aufgeschraubten Gehäusedeckel, an dem auch die Hörmuschel aus Hartgummi sitzt, gehalten.

Mit dem Gehäuse ist ein dünnes, mit Leder überzogenes Stahlblatt in Form eines gebogenen Bandes vernietet, das am freien Ende ein Polster trägt und von dem Beamten über den Scheitel des Kopfes gelegt wird, wobei die Hörmuschel das eine Ohr bedeckt. Mit dem Fernhörer ist eine Zuführungsschnur verbunden, die in einen der Einschaltungsklinke entsprechenden Stöpsel endigt. (Fig. 280 zeigt nur ein kurzes Stück der Zuführungsschnur.)

Zwanzigster Abschnitt.

Das Mikrophon.

Das Kohlenwalzen-Mikrophon. Fig. 281 und 282 zeigen eine in der deutschen Telegraphie früher gebräuchliche Form des Mikrophons. Zwischen zwei Messingringen R und Q ist eine dünne Holzplatte P eingeklemmt; die Platte ist an ihrem Umfange mit einem auf beide Flächen übergreifenden Gummistreifen be-

deckt. Auf der einen Seite der Holzplatte sind die Kohlenklötzchen *b* aufgeschraubt; sie tragen je drei Durchbohrungen, in denen die drehbaren Kohlenwalzen *c* gelagert sind.

Diese freie Lagerung gibt den Walzen *c* eine zu leichte Beweglichkeit; deshalb hat man eine Dämpfungsvorrichtung angebracht, welche die Kohlenwalzen bremst. In zwei konischen Ansätzen von *R* sind die Messingschrauben *xx* eingelassen; die eine Schraube trägt die Schraubenmutter v_1 , die zweite die mit Kordenscheibe versehene Schraubenmutter v_2 . v_1 und v_2 dienen zur Aufnahme der aus zwei Teilstücken bestehenden Blattfeder *f*,

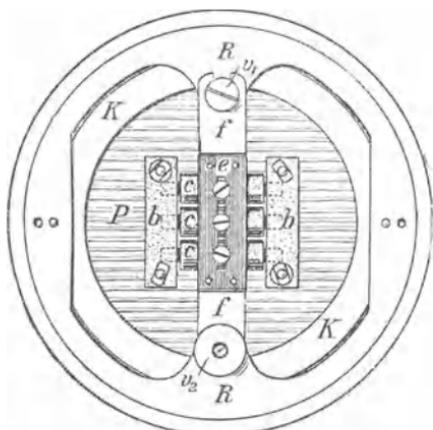


Fig. 281.

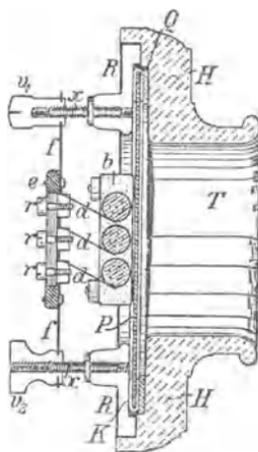
Kohlenwalzen-Mikrophon
(Ansicht von hinten).

Fig. 282.

Kohlenwalzen-Mikrophon
(Durchschnitt).

deren gabelförmig ausgeschnittene Enden in ringförmige Nuten der Muttern greifen. Die Teilstücke der Blattfeder sind mittels Schrauben an einer in ihrer Längsrichtung teilweise geschlitzten Ebonitplatte *e* befestigt, an deren unterer, den Kohlenwalzen zugewandter Seite drei in einer Auskehlung des Schlitzes verschiebbare zylinderförmige Messingstücke *d* mittels der durch den Schlitz greifenden Schrauben *r* festgehalten werden. An den Messingstücken sind schmale Federn befestigt, welche sich an die Kohlenwalzen leicht anlegen; die Bremsfedern sind entweder gerade, wie in der Figur gezeichnet, oder gebogen. Mittels der Schraubenmutter hat man es in der Hand, die Bremsfedern mehr oder

weniger gegen die Walzen drücken zu lassen, um die richtige Beweglichkeit der Kohlenwalzen einzustellen; für gewöhnlich benutzt man die Mutter v_2 , welche mit der Hand gedreht werden kann. Das ganze Mikrophon ist an einem Holzringe H befestigt, der sich in den Schalltrichter T fortsetzt.

Das Mikrophon wird in der Tür des Sprechgehäuses befestigt, sodaß der Schalltrichter T bequem zugänglich ist, die andern Teile aber abgeschlossen sind; vgl. Seite 364 u. f.

Das Kohlenscheiben-Mikrophon (Fig. 283, 284) besitzt zwei wagerechte, auf dem Boden der Messingkapsel k in den Ebonitklötzchen $e_1 e_2$ gelagerte Kohlenstäbe $b_1 b_2$ mit je 6 lose aufgereihten ringförmigen Kohlenscheibchen c, die sich

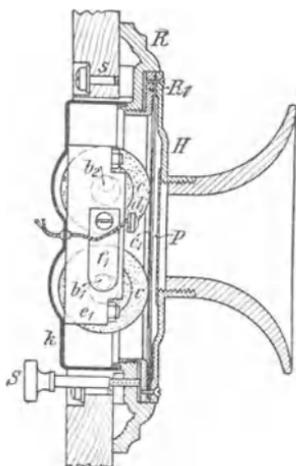


Fig. 283.

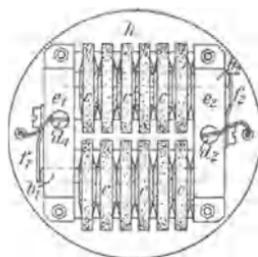
Kohlenscheiben-Mikrophon
(Durchschnitt).

Fig. 284.

Kohlenscheiben-Mikrophon.

mit geringem Druck gegen eine auf die Innenseite der Aluminiummembran P geklebte dünne Kohlenplatte c_1 legen. Die Zuleitungen des primären Stromkreises sind an zwei auf den Ebonitbalken befestigte und wider die Enden der Kohlenstäbchen drückende Blattfedern geführt. Durch Einklemmen der Membran zwischen die gewölbte Messingscheibe H und den Ring R_1 , der mit feinem Gewinde in einen auf die Kapsel gelöteten größeren Ring R geschraubt wird, ist die Regulierbarkeit des Druckes an den Berührungsstellen der Kohlenscheibchen mit der Kohlenplatte erzielt; in der günstigsten Stellung läßt sich die Membran durch die Preßschraube S festlegen. Gegen äußere Beschädigungen ist sie durch ein feines Drahtsieb p geschützt, das die untere Öffnung des auf die Messingscheibe H gesetzten Schalltrichters überspannt.

Kohlenwalzen- und Kohlenscheiben-Mikrophone werden für den Fernsprechbetrieb der Reichs-Telegraphenverwaltung nicht mehr beschafft; an ihre Stelle sind die Kohlenkörner-Mikrophone getreten, die eine kräftigere und gleichmäßigere Lautwirkung geben.

Kohlenkörner-Mikrophone. Bei den Kohlenkörner-Mikrophonen, die in verschiedenen Formen zur Anwendung kommen, werden die veränderlichen Kontakte durch kleine Kohlenkörner gebildet, die zwischen zwei Kohlenscheiben eingeschlossen sind, von denen die vordere entweder selbst als Sprechplatte dient oder auf der Rückseite einer Metallmembran befestigt ist, während die hintere, in der Regel mit Reifelungen versehene Scheibe den Angriffspunkt für die Druckregulierung bildet. Gegen seitliches Herausfallen werden die Kohlenkörner durch ringförmige Verschlüsse aus Seide, Filz oder ähnlichen Stoffen geschützt. Bei dem Vielhabenschenschen Mikrophon fehlt dieser Verschuß, wie auch die Druckregulierung; statt der Reifelung trägt die Platte trichterförmige Vertiefungen; s. weiter unten.

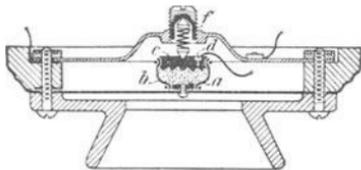


Fig. 285.

Kohlenkörner-Mikrophon
von Siemens & Halske.

In dem Kohlenkörner-Mikrophon von Siemens & Halske (Fig. 285) ist die vordere Kohlenplatte a auf der Rückseite einer Aluminiummembran aufgeschraubt, die zugleich den Holzring des Mikrophongehäuses umschließt, und mit der gereifelten hinteren Kohlenscheibe c durch einen zur Aufnahme der Kohlenkörner dienenden Seidenbeutel b verbunden. Die kleine Öffnung d in der Kohlenscheibe c wird zunächst zum Einfüllen der Kohlenkörner benutzt und dann durch eine Schraube verschlossen, die zugleich zur Befestigung des einen Zuführungsdrahtes dient. Die andere Zuführung des Mikrophonkreises liegt an der gewölbten Messingrückwand des Gehäuses, die mit der Aluminiummembran durch ein Stanniolband leitend verbunden ist. Die Reguliervorrichtung besteht aus einer in zugespitzte Ebonitstückchen endigenden Spiralfeder f, die einerseits gegen eine in der Mitte der Rückwand eingesetzte Regulierschraube, andererseits gegen eine Vertiefung in der Mitte der hinteren Kohlenscheibe preßt.

Von dem beschriebenen Muster unterscheiden sich die Kohlenkörnner-Mikrophone der Firmen Stock & Ko. und Mix & Genest hauptsächlich durch die Befestigung und Regulierung der Kohlenkapsel.

In dem Kohlenkörnner-Mikrophon von Stock & Ko. für pultförmige Gehäuse (Fig. 286) ist auf einer Kohlenscheibe *k* ein Filzring *f* zur Aufnahme der Kohlenkörner *g* befestigt, wider den sich vorn die Kohlenmembran *m* legt. Diese wird beim Aufschrauben des Schalltrichters *T* auf die vernickelte Messingkapsel *K* durch eine zwischen dem Metallring *c* und der Membran angeordnete Ringfeder gegen die untere Innenfläche des Schalltrichters gepreßt und dadurch gespannt erhalten. Die Messingkapsel ist

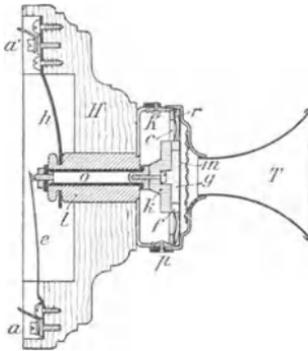


Fig. 286.

Kohlenkörnner-Mikrophon
von Stock & Ko.

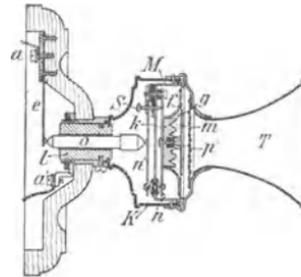


Fig. 287.

Kohlenkörnner-Mikrophon
von Mix & Genest.

mittels eines durchbohrten Metallzapfens *l* drehbar in der Holzrossette *H* gelagert; ein durch diesen Zapfen isoliert hindurchgeführter Metallstift *o* trägt die Kohlenscheibe *k*. Die Zuführungen liegen an zwei Blattfedern *h* und *e*, von denen *h* über *l* und *K* mit der Membran *m*, *e* über *o* mit der Kohlenscheibe *k* in Verbindung steht.

Das Kohlenkörnner-Mikrophon von Mix & Genest (Fig. 287) enthält eine durch die Membran geschlossene kleine Blechkapsel *M*, die nach dem Abnehmen des Schalltrichters von der Metallkapsel *K* jederzeit leicht ausgewechselt werden kann. In der Mikrophonkapsel befindet sich ein gerilltes Kohlenklötzchen *k*, das mit der Membran durch einen Stoffring *f* zu einem allseitig geschlossenen, die Kohlenkörner aufnehmenden Behälter verbunden ist. Ein aus der Mitte des Kohlenklötzchens hervorragender

Pfropfen aus Wollstoff dient dazu, die Eigenschwingungen der Membran zu dämpfen; der Druck wird durch die Blattfeder n geregelt, die das Kohlenklötzchen trägt und mit einer äußeren Feder n' in leitender Verbindung steht. Gegen diese legt sich die Spitze des Bolzens o ; im übrigen ist die Einlagerung der Metallkapsel K in die Holzrossette H und die Befestigung der Zuleitungen ähnlich wie bei Stock.

Das Kohlenkörner-Mikrophon von J. Berliner (Fig. 288) wird wegen seiner großen Empfindlichkeit nur für den Fernverkehr benutzt. In der Metallkapsel K ist das gereifelte Kohlenklötzchen k

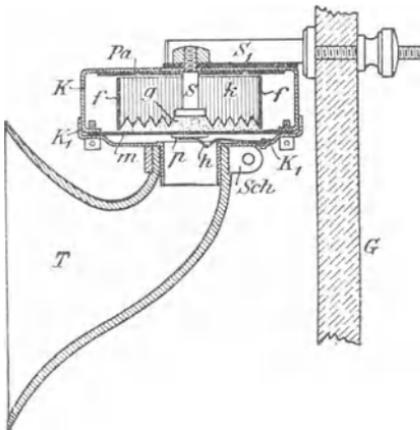


Fig. 288.

Kohlenkörner-Mikrophon
von Berliner.

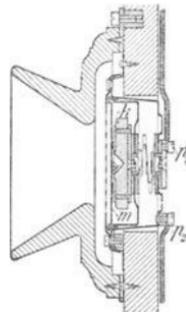


Fig. 289.

Kohlenkörner-Mikrophon
von Vielhaben.

durch einen Schraubenbolzen s isoliert befestigt; ihm gegenüber ist auf die untere Öffnung der Kapsel eine Kohlenmembran m gelegt, die durch den Metalldeckel K_1 mit aufgestecktem Sprechtrichter T festgehalten wird. Um den Rand des Kohlenklötzchens k greift ein Filzring f von solcher Breite, daß er den die Kohlenkörner enthaltenden Raum zwischen der Membran und dem Kohlenklötzchen seitlich abschließt. Die Zuleitungen sind an zwei Metallschienen gelegt, die zugleich zur Befestigung des Mikrophons am Fernsprechgehäuse dienen; Fig. 288 zeigt nur eine Schiene S_1 , die zweite liegt neben dieser.

In den neueren, von Lewert gelieferten Vielhabenschen Kohlenkörner-Mikrophonen (Fig. 289) ist der Kohlenblock k mit

trichterförmigen Vertiefungen versehen, deren Ränder über die Oberfläche hervortreten, sodaß sich zwischen dem Kohlenblock und der Schallplatte *m* ein freier Raum bildet, der das Festklemmen herausgefallener Kohlenteilchen (kleiner Kugeln) verhindert. Die Schallplatte ist mit der Mikrophonkapsel durch einen Metallring verbunden, der gleichzeitig den Rand der Kapsel und den der Schall-

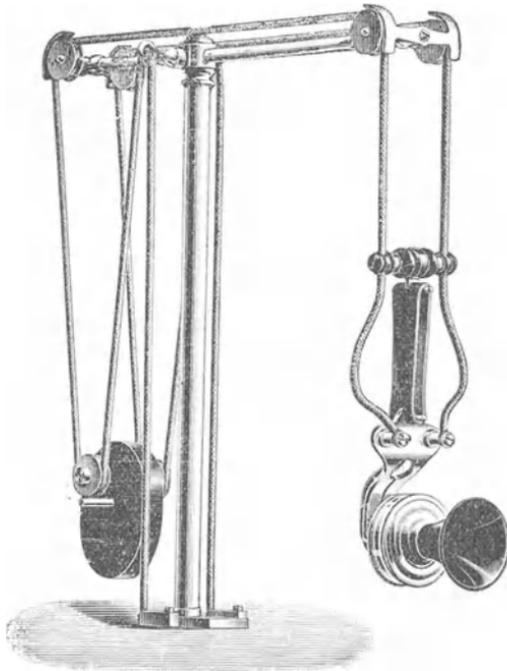


Fig. 290.

Pendelmikrophon.

platte umfaßt. Zum Schutz gegen Beschädigungen wird die Schallplatte von einem Schutzgitter überdeckt. Die Zuleitung zum Kohlenblock geschieht mit Hilfe einer am Boden der Kapsel isoliert befestigten Blattspiralfeder, die sich gegen eine mit der Zuleitungsschnur verbundene Federklemme p_1 legt, während die zweite Zuleitung durch die Federklemme p_2 mit der Kapselwand und Membran in leitende Berührung gebracht ist.

Auch die nach ihrer Anbringungsweise mit den Namen Pendel- und Brustmikrophone bezeichneten Sprechapparate der Ver-

mittelungsanstalten gehören meist zur Klasse der Kohlenkörner-Mikrophone. Die Aufhängung der Pendelmikrophone ist aus Fig. 290 zu ersehen. Das Brustmikrophon (Fig. 291) ist in einen Metallständer drehbar eingelagert und mit diesem auf einem Leder-schilde befestigt, das auf der Brust des Beamten ruht und durch ein um den Hals zu legendes Lederband gehalten wird. Die zugehörige Induktionsrolle wird im Umschalteschrank untergebracht. Mit dem Mikrophon ist ein Kopffernhörer (vgl. Seite 344) verbunden, dessen Zuleitungen zu einem auf dem Metallständer befestigten Hartgummiblocke führen, wo sie mit den Zuleitungen des Mikrophons zu einer fünfadrigen, in einem Zwillingstößel endigenden Leitungsschnur zusammengefaßt werden.



Fig. 291.
Brustmikrophon.

In Verbindung mit Tischgehäusen werden sog. Handapparate (Mikrotelephone) benutzt, welche ein Mikrophon und ein Telefon vereinigen. Hält man das Telefon ans Ohr, so hat man das Mikrophon in richtiger Lage vor dem Mund; vgl. Fig. 310a. Über Mikrophone für ZB-Betrieb vgl. Seite 386.

Einundzwanzigster Abschnitt.

Nebenapparate und Fernsprechgehäuse.

I. Die Fernsprech-Übertrager.

Die Fernsprech-Übertrager sind Induktionsrollen, die zur Übertragung der Sprechströme aus einer Leitung in eine andere, z. B. aus dem Mikrophonkreis in die Leitung, vgl. Seite 339, oder aus einfachen Anschlußleitungen in Verbindungs-Doppelleitungen und umgekehrt dienen.

Die Induktionsspule. Um ein Bündel dünner, durch Lacküberzug untereinander isolierter Eisendrähte, die an den Enden durch Holzfassungen zusammengehalten werden, ist ein dickerer Draht (J_1 der Fig. 271, 272 primäre Spule) in einer geringen Zahl Windungen und ein dünnerer (J_2 , sekundäre Spule) in vielen Windungen herumgewickelt. Die Enden der Drähte sind zu kleinen Schrauben mit Unterlegscheiben geführt; an diesen wird die Verbindung mit den Stromkreisen (vgl. Fig. 307 b, Seite 367) hergestellt. Die Drahtbewicklung ist durch einen Lederüberzug gegen Beschädigung geschützt. Fig. 292 zeigt eine neuere Form der Spule, der die alte äußerlich gleich ist bis auf die Enden der Drähte, die hier an Blechstreifen mit Lötösen geführt sind. Bei

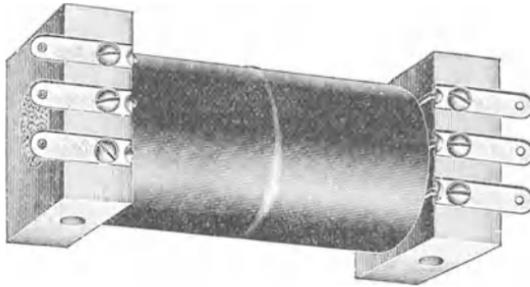


Fig. 292.
Induktionsspule.

dieser neueren Spule ist außerdem die sekundäre Spule in zwei Hälften geteilt, deren Trennungswand die Fig. 292 erkennen läßt. Der Fernhörer wird zwischen die beiden Hälften geschaltet, vgl. z. B. Fig. 307 b und 353.

Übertrager im engeren Sinne nennt man diejenigen Induktionsrollen, welche aus einer Einfach- in eine Doppelleitung oder umgekehrt übertragen. Die beiden Wicklungen haben meist gleiche Drahtstärke und Windungszahl. Die älteren Übertrager (nach Landrath) besaßen zwei Rollen, in denen beide Drähte nebeneinander aufgewickelt waren. Die neueren Übertrager (nach Münch) haben nur eine Rolle, in welcher die Wicklungen getrennt, zuerst die primäre und darüber die sekundäre, aufgebracht sind.

Der Kern des Münchschen Übertragers (Fig. 293) besteht aus einem Bündel lackierter Eisendrähte K ; die Wicklungen P und S sind eingeschlossen zwischen zwei auf die Enden des Kernes ge-

schobene Holzplatten *g*. Jede Spule enthält 4000 Windungen, deren Widerstand im innern Kreis etwa 200, im äußeren etwa 240 Ohm beträgt. Zur Erhöhung der Wirkung ist auch die Außenseite der Rolle mit Bündeln *k* aus feinem Eisendraht umgeben, die ein Lacklederüberzug gegen äußere Beschädigungen schützt.

Die Trennung der Wickelungen hat das Ladungsvermögen des Übertragers wesentlich verringert und damit die störenden Nebengeräusche, die sich bei Verwendung des Landrathschen Übertragers bemerkbar machten, fast vollständig beseitigt.

Neuerdings wird die Primärwicklung dieses Übertragers gleichfalls in zwei Hälften geteilt; die hinzukommenden beiden Klemmen sitzen auf der Längsseite des Apparates.

II. Der Hakenumschalter.

Hängt der Fernhörer an dem aus dem Gehäuse hervortretenden Haken, so bringt er die Leitung mit dem Wecker in Verbindung; beim Abheben des Fernhörers führt eine Feder den Hebel zurück, schaltet die Sprech- und Hörapparate ein und schließt durch einen besonderen Kontakt zugleich den Stromkreis des Mikrophons. Es gibt Hakenumschalter mit einarmigem und mit zweiarmigem Hebel, mit Amboß- und mit Schleifkontakten.

Eine früher viel gebrauchte Form ist der nachstehend beschriebene Hakenumschalter mit zweiarmigem Hebel und Amboßkontakten (Fig. 294). Er besteht aus einem Grundbrett, auf welches zunächst die einer gewöhnlichen Taste entsprechenden drei Messingschienen $s_1 s_2 s_3$ und daneben die Messingwinkel *p* und *q* mit der Blattfeder *n* aufgesetzt sind. Die Schiene s_1 trägt

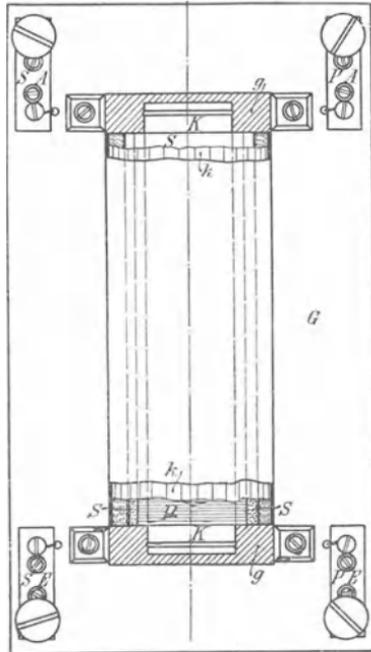


Fig. 293.

Induktions-Übertrager nach Münch.

den einerseits in einen Haken auslaufenden Hebel h , dessen anderes Ende durch eine Spiralfeder f auf den Anschlag c_2 der Schiene s_2 niedergezogen, beim Anhängen des Fernhörer an den Haken aber nach oben gegen die Kontaktschraube c_1 der Schiene s_3 gelegt wird. Ein in den Hebel seitlich eingesetzter isolierter Stift r drückt bei abgehobenem Fernhörer auf die Blattfeder n und führt

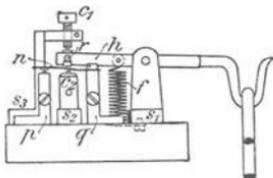


Fig. 294.

Hakenumschalter mit zweiarmigem Hebel und Amboßkontakten.

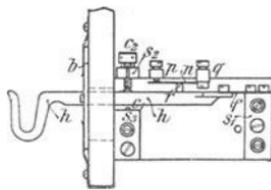


Fig. 295.

Hakenumschalter mit einarmigem Hebel und Amboßkontakten.

dadurch die leitende Verbindung zwischen p und q herbei, die beim Anhängen des Fernhörer wieder gelöst wird.

Die Leitung führt über s_1 zum Hebelkörper und wird durch diesen bald an den mit dem obern Kontakt verbundenen Wecker, bald über den untern Kontakt zum Fernhörer und zur sekundären

Bewickelung der Induktionsrolle des Mikrophons geführt, dessen primärer Kreis in diesem Falle gleichzeitig über p und q geschlossen ist.

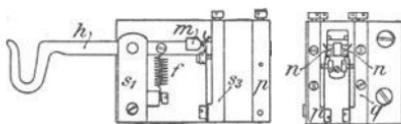


Fig. 296 a.

Fig. 296 b.

Hakenumschalter mit zweiarmigem Hebel und Schleifkontakten.

Einen Hakenumschalter mit einarmigem Hebel und mit Amboßkontakten zeigt Fig. 295. Diese Form

findet ausschließlich in eintürigen Fernsprechgehäusen Verwendung.

Weil die Amboßkontakte der Staubablagerung Vorschub leisten und dadurch Betriebsstörungen herbeiführen, wird in den neueren Sprechgehäusen den Hakenumschaltern mit Schleifedern der Vorzug gegeben. Die Fig. 296 a und b stellen einen Hakenumschalter mit zweiarmigem Hebel und Schleifkontakten dar. Von zwei unter einem rechten Winkel zusammenstoßenden Brettchen trägt das eine den in s_1 gelagerten Hebel h , dessen linker Arm in den zum Anhängen des Fernhörer dienenden

Haken ausläuft, während an dem rechten, durch die Spiralfeder f niedergezogenen Arm etwa in der Mitte das Querstück m mit einer Schneide aus Neusilber und nahe seinem Ende der isolierte Stahlstift nn befestigt ist. Dieser Teil des Hebels greift durch einen Ausschnitt des zweiten Brettchens, an dem vier Messingschienen mit langen, oben nasenförmig ausgebogenen Neusilberfedern $s_2 s_3 p q$ angeschraubt sind (s_2 hinter s_3). Die Länge dieser Federn ist so bemessen, daß bei angehängtem Fernhörer s_3 mit m in Verbindung tritt, p und q aber getrennt sind, wogegen bei abgehobenem Fernhörer m sich an s_2 legt und der Stift nn die Schienen p und q in Verbindung bringt. An s_3 liegt der Wecker, an s_2 der Fernhörer; zwischen p und q ist der Mikrophonkreis eingeschaltet.

Die Fig. 297 zeigt einen Hakenumschalter neuerer Bauart mit einarmigem Hebel. H ist der knieförmig gebogene Hakenhebel, der sich einarmig um eine in das abgebogene Ende des Messingwinkels w gelagerte Achse dreht und von der starken Spiralfeder F nach oben gezogen wird, sobald er durch Abhängen des Fernhörers entlastet ist. Er trägt seitlich einen Stift A mit zwei Kontaktstücken, von denen das rechts liegende und mit einem flachen Ansatz versehene gegen den Stift isoliert, aber mit der Klemme k durch eine feine Spiralfeder s_1 leitend verbunden ist. $f_1 f_2 f_3$ sind Schleifkontaktfedern; an f_1 liegt der Fernhörer, an f_3 der Wecker und über f_2 wird der Mikrophonstromkreis geschlossen, wenn der Stift A mit dem Hebel heraufgeht. In diesem Falle führt die Leitung von w über H , A und f_1 zum Fernhörer, bei angehängtem Fernhörer über f_3 zum Wecker.

Den neuesten Hakenumschalter zeigt Fig. 307b. Er enthält sechs Blattfedern mit Kontakten, deren Stellung zu einander durch den Haken geändert wird.

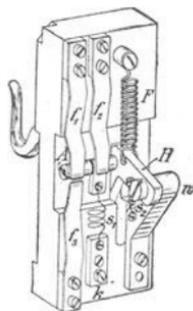


Fig. 297.

Hakenumschalter mit einarmigem Hebel und Schleifkontakten.

III. Polarisationszellen.

Die Polarisationszellen (Fig. 298) bestehen aus kleinen Glasgefäßen in der Form von Glühlichtbirnen, die zu Dreiviertel mit angesäuertem Wasser gefüllt, und in welche zwei Platinstreifen mit Kupferzuleitungen eingeschmolzen sind. Wird eine solche

Zelle in einen von Gleichstrom durchflossenen Leiter eingeschaltet, so entsteht an ihren Elektroden infolge von Polarisierung (vgl. Seite 30) eine Gegenspannung von 1,8 bis 2 Volt. Bei einer Schlußzeichenbatterie von 8 Volt ist also die Einschaltung von 4 Polarisationszellen erforderlich, um einen Leitungszweig für den Schlußzeichenstrom undurchlässig zu machen. Der Widerstand bei Wechselstrom beträgt 8 Ohm für die Zelle. — Die „Natron“-Zellen enthalten eine Lösung von schwefelsaurem Natron und verriegeln etwa 2,6 bis 2,8 Volt.

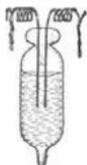


Fig. 298.
Polarisationszelle.

In Verbindung mit Induktanzrollen gewähren die Polarisationszellen die Möglichkeit, gewisse Teile eines verzweigten Stromkreises für Gleichstrom und andere für Wechselstrom zu verriegeln. In diesem Sinne finden sie Verwendung bei den Zentralbatteriesystemen, vgl. die Stromläufe Fig. 346, 362, 367 und 372. Die Zellen werden durch Verlötlung der aus den Glasgefäßen hervorragenden Kupferdrähte zu einem Satz zusammengefaßt und für Sprechstellen in einem Kästchen vereinigt; vgl. PZ in Fig. 301a.

IV. Zwischenstellenumschalter.

Zwischenstellen in den Anschlußleitungen werden mit den gewöhnlichen Endstellengehäusen unter Zuhilfenahme eines Zwischenstellenumschalters und eines zweiten Weckers von mindestens 300 Ohm Leitungswiderstand eingerichtet.

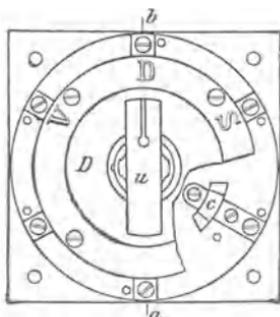


Fig. 299 a.
Dosenumschalter.

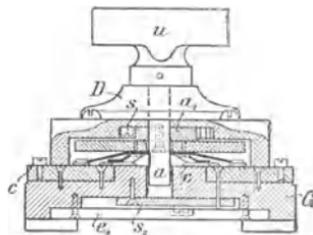


Fig. 299 b.
Dosenumschalter (Schnitt).

Die Fig. 299 a, b, c stellen den sogen. Dosenumschalter für Einzelleitungen dar. In die isolierende Grundplatte G sind auf einer Kreislinie sechs mit Klemmschrauben und besonderen

Stromschlußstücken c aus Neusilber ausgerüstete Messingschienen eingelassen, die nach Fig. 299 c mit den beiden Leitungszweigen L_1 und L_2 , dem Fernsprechgehäuse A , dem besonderen Wecker und der Erdleitung in Verbindung gebracht werden. Oberhalb der Stromschlußstücke ist eine Hartgummischeibe mit drei Kontaktfedern angeordnet, die sich um die Messingachse a mittels des Knebels u drehen läßt. Der Knebel trägt eine weiße Marke und kann

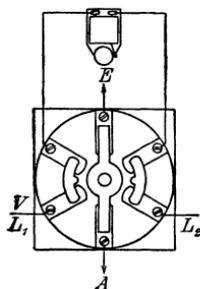


Fig. 299 c.

Dosenumschalter (Einschaltung).

drei auf dem Rande des Deckels D durch die Buchstaben VDS bezeichnete Stellungen einnehmen, in denen er durch eine auf der Achse a sitzende, am Rande mit drei Einkerbungen versehene Scheibe in Verbindung mit einer federnden Nase festgehalten wird.

Die neueren Apparate dieser Art sind für den Doppelleitungsbetrieb und das selbsttätige Schlußzeichen eingerichtet. Im Zwischenstellen-Umschalter (M. 1902) sind auf der isolierenden Grundplatte acht messingne Kontaktstücke c_1 — c_8 (Fig. 300) in zwei konzentrischen Kreisen angeordnet. Darüber schleifen, an der Unterseite der durch den Knebel drehbaren Hartgummischeibe befestigt, vier h-förmige Federn, deren Arme so gelagert sind, daß

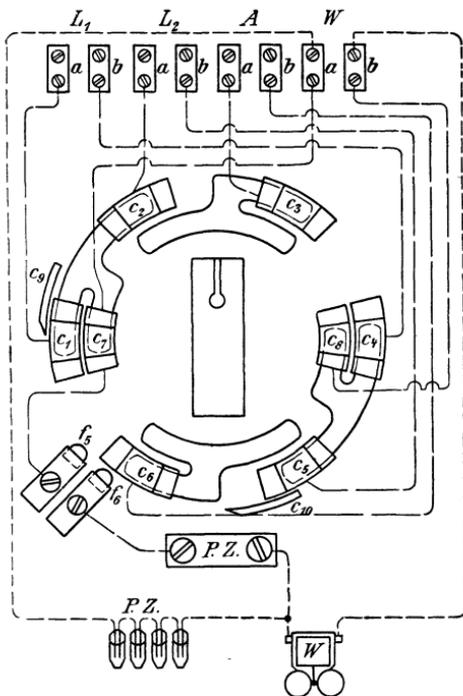


Fig. 300.

Zwischenstellen-Umschalter (M. 1902).

sowohl im äußern wie im innern Kreise immer ein langes und ein kurzes Stromschlußstück abwechseln. Am Rande der Hartgummi-scheibe sind außerdem zwei Kontaktstücke c_9, c_{10} befestigt, die in gewissen Stellungen des Umschalters zwei in der Nähe von c_8 auf der Grundplatte sitzende Federn f_5, f_6 in metallische Verbindung bringen und dadurch die Polarisationszellen der Schlußzei-
einrichtung kurzschließen. Die Einrichtung zum Feststellen des Umschalters ist die gleiche, wie beim Dosenumschalter. Stellung V

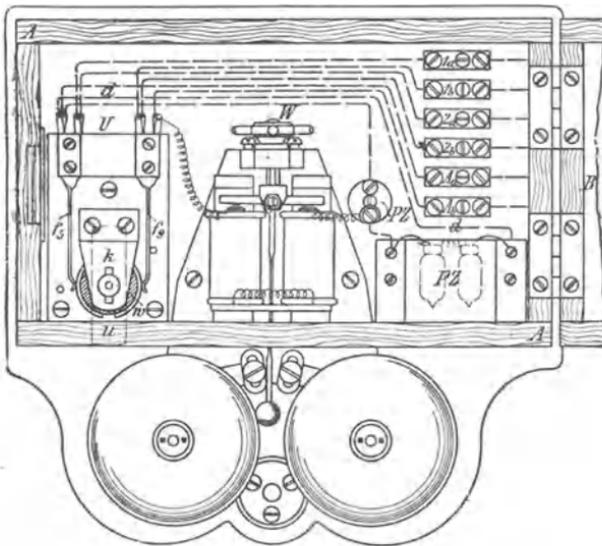


Fig. 301 a.

Zwischenstellen-Umschalter mit Wecker und Polarisationszellen.

setzt die Zwischenstelle in Verbindung mit dem Vermittlungsamt und legt die von der Endstelle kommende Leitung auf den zweiten Wecker; D verbindet die Endstelle mit dem Vermittlungsamt, wobei der zweite Wecker als Brücke zwischen den Drähten der Doppelleitung eingeschaltet bleibt; S endlich ermöglicht den Verkehr zwischen den beiden Sprechstellen und schaltet den Hauptanschluß auf Wecker.

Die Kurzschließung der Polarisationszellen tritt ein in der V- und S-Stellung. Wird der Umschalter in Anschlußleitungen ohne selbsttätige Schlußzeichen-Einrichtung verwendet, so bleibt

die an der Unterkante des Grundbretts liegende Klemme PZ unbenutzt; der Wecker ist dann unmittelbar zwischen die Klemmen W_a und W_b zu legen.

In der neuesten Ausführungsform des Zwischenstellenumschalters (Fig. 301a) vereinigt ein besonderer Apparatsatz in einem verschließbaren Holzkasten einen Walzenumschalter, einen Wechselstromwecker und einen Satz Polarisationszellen PZ. Der Umschalter U besteht aus einer Walze w, deren Mantel mit 4 in Fig. 301b abgewickelten Messingkontaktstücken belegt ist. Auf diesen Messingstücken schleifen 9 an der Metallplatte p isoliert befestigte Federn, von denen 5 auf der einen, 4 auf der anderen Seite der Walze angeordnet und mit den Zuleitungen in der aus Fig. 301b ersichtlichen Weise verbunden sind. Die hinten in der Platte p, vorne in einem Messingwinkel gelagerte Achse ragt durch den Deckel des Holzkastens hindurch und trägt einen Knebel K, mit dem der Umschalter in drei auf dem Deckel bezeichnete Stellungen: Amt, Durchspr., Endst. gebracht werden kann. Das andere Achsenende trägt eine mit drei Ausschnitten versehene Scheibe, die in Verbindung mit dem auf der Grundplatte p sitzenden Hebel h und einer Spiralfeder die Walze in der eingenommenen Stellung festhält, wobei durch Vorsprünge das Überdrehen verhindert wird.

Die bei jeder Stellung bestehenden Verbindungen sind aus der Fig. 301b zu entnehmen. Steht die Marke des Knebels auf Amt (Stellung I in Fig. 301b), so hat das Sprechgehäuse G der Zwischenstelle Verbindung mit dem Vermittelungsamt L_1 , während die von der Endstelle kommende Leitung L_2 auf Wecker geschaltet ist. Das umgekehrte Verhältnis bezüglich der Leitungsverbindungen besteht bei der Stellung des Knebels auf Endstelle (Stellung III in Fig. 301b). In beiden Fällen sind die Polarisationszellen kurz geschlossen.

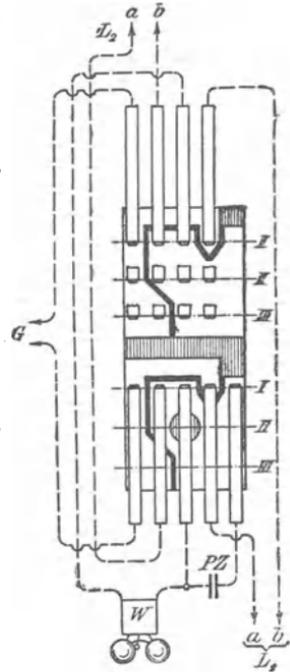


Fig. 301 b.

Zwischenstellen-Umschalter
(Verbindungsschema).

Weist dagegen die Marke auf Durchsprechen (Stellung II), so sind die Leitungsweige direkt verbunden und der Wecker wie die Polarisationszellen in die Brücke geschaltet. Es können dann die zum Anruf dienenden Wechselströme die Brücke durchlaufen und den Wecker zum Ertönen bringen, während für den vom Vermittlungsamte kommenden Schlußzeichenstrom (Gleichstrom) der Weg in der Brücke durch die Polarisationszellen verriegelt ist. Die eine mit den Polarisationszellen verbundene Feder liegt bei dieser Stellung auf dem schraffiert gezeichneten runden Isolierstücke.

Ist das Vermittlungsamt nicht mit der selbsttätigen Schlußzeicheneinrichtung versehen, so fallen die Polarisationszellen weg und der Draht d (Fig. 301a) wird an die Klemme PZ gelegt.

V. Die Fernsprechrelais.

In den neueren Fernsprechämtern wird in großem Umfange von Relais Gebrauch gemacht, die dazu dienen, Ortsstromkreise für die als Anruf-, Schluß- und Überwachungszeichen benutzten Glühlämpchen zu schließen und zu öffnen. Die vielen Tausende dieser kleinen Lampen machen ebensoviele Relais nötig, und es hat sich rasch für diese eine eigenartige Form herausgebildet, die folgenden Hauptbedingungen genügen muß: 1. Gedrungene Bauart der Platzersparnis halber. 2. Bequeme Befestigung (auf Querschienen an eisernen Gestellen). 3. Gute Zugänglichkeit der Kontakte und der etwa vorhandenen Reguliervorrichtungen. 4. Möglichst vollkommener Schutz gegen Verstauben der Kontakte. 5. Abschließung der Relais, wo es nötig ist, vor induktorischer Beeinflussung durch die Nachbarrelais. Daß 6. die Empfindlichkeit der Relais ihrer jeweiligen Aufgabe entsprechen und daß das Schließen und Öffnen der Kontakte sicher vor sich gehen muß, ist eine Forderung, die das Fernsprechrelais so gut erfüllen muß wie das Telegraphenrelais; immerhin brauchen an die Schnelligkeit des Kontaktwechsels nicht die gleich hohen Ansprüche gestellt zu werden, wie bei den Telegraphierelais.

Aus der ziemlich großen Zahl von Fernsprechrelais, die in den Fernsprechbetrieb der R. T. V. Eingang gefunden haben, sind nachstehend einige neuere Formen mitgeteilt (Fig. 302 bis 304). Alle zeigen ein nahezu geschlossenes, längliches Eisenviereck, dessen eine Langseite eine oder zwei Spulen isolierten Drahts trägt.

Das Anruf-, das Trenn- und das Schlußzeichenrelais von E. Zwietusch & Co., Fig. 302a und b besitzen Eisengerüste aus vollem (nicht unterteiltem) Eisen, runde Magnetkerne und äußeren magnetischen Schluß durch breite Lappen aus starkem Eisenblech. Bei dem Anruf- und dem Schlußrelais (Fig. 302a) besteht der Anker a aus einer kleinen Eisenplatte, die, auf die

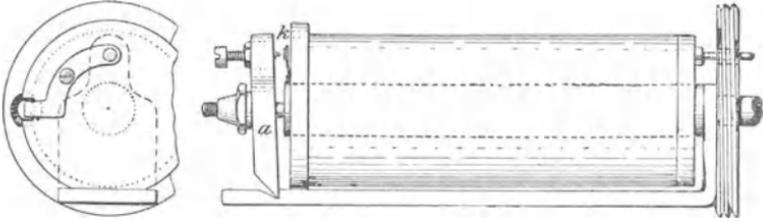


Fig. 302a.

Anrufrelais von E. Zwietusch & Co.

untere, als Schneide ausgebildete Kante gestellt, in der Ruhelage, d. h. bei stromloser Spule, den Kontakt k geöffnet läßt. Die Schlußzeichenrelais werden einzeln in zylindrischen Schutzkappen eingeschlossen, die auf das rechts erkennbare Gewinde aufgeschraubt werden. Die Anrufrelais unterscheiden sich in der magnetischen Konstruktion von den Schlußzeichenrelais nicht; sie werden aber

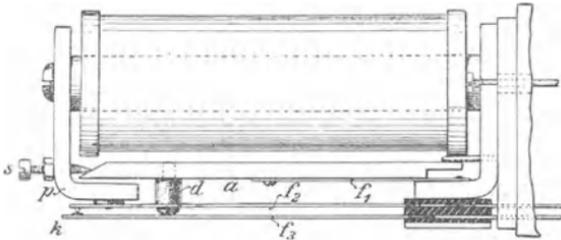


Fig. 302b.

Trennrelais von E. Zwietusch & Co.

mit den nachstehend beschriebenen Trennrelais in Sätzen zu 10 Stück auf einem Relaisgestell befestigt und mit einem für den ganzen Satz gemeinsamen Schutzkasten abgedeckt.

Die Spule des Anrufrelais hat in der Regel 17500 Windungen bei 2000 Ohm Widerstand, die des Schlußrelais 3650 Windungen und 50 Ohm.

Das Trennrelais (Fig. 302b) benutzt als Anker a den einen Langschenkel des Eisenvierecks. Die Blattfeder f_1 hält den Anker in der Ruhe (bei stromlosem Relais) von dem als Polschuh dienenden Eisenwinkel p fern und drückt sein abgeschrägtes Ende gegen die Stellschraube s . In dieser Ankerstellung sind die Kontakte k der beiden Federpaare f_2, f_3 (in der Figur ist nur eins sichtbar) geschlossen. Erhält das Relais Strom, und wird infolgedessen a von p angezogen, so drücken die Ebonitknöpfe d , die durch Augen der Federn f_2 frei hindurchgreifen, die Federn f_3 zurück und öffnen die Kontakte k . Benutzt wird diese Wirkung zur Abtrennung des Anrufrelais in dem Vielfachsystem der Firma E. Zwietusch & Co. von dem a- und b-Zweige der Anschlußleitung,

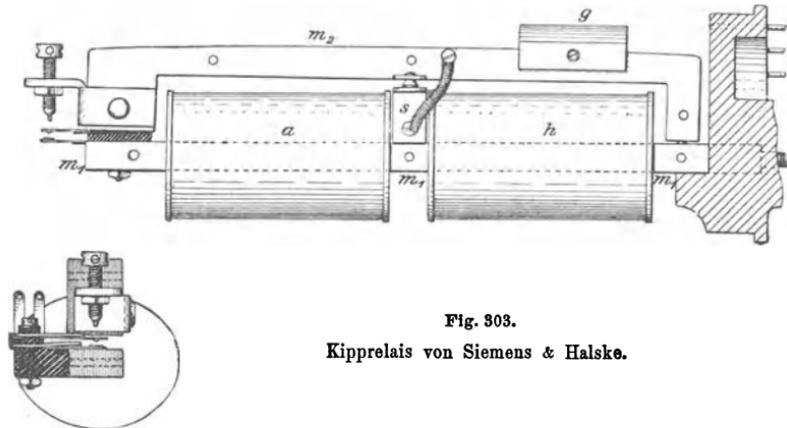


Fig. 303.

Kipprelais von Siemens & Halske.

Fig. 372, wenn nach dem Eingange eines Anrufs abgefragt und die Verbindung hergestellt wird. Das Trennrelais hat 2800 Umwindungen und 30 Ohm Leitungswiderstand.

Das Kipprelais (Fig. 303) wird in dem von Siemens & Halske gebauten Vielfachsystem als Anrufrelais verwendet. Sein Eisenkreis besteht durchweg aus geblätterttem Eisen (d. h. aus langen, der Form des Eisenvierecks entsprechend gestanzten, dünnen, lackierten Eisenblechstreifen). Die Unterteilung des Eisens verhütet Energieverluste durch Wirbelströme (Seite 50). Die untere Langseite m_1 trägt zwei Drahtspulen, die Anrufspule a mit 9000 Windungen (800 Ohm) und die Haltewicklung mit 4500 Windungen (150 Ohm), die durch einen kurzen Eisensteg s voneinander getrennt sind. Auf dem Steg sind 2 Lagerspitzen befestigt, die den

Anker m_2 wie einen Wagebalken in der Mitte unterstützen. Hierdurch entstehen zwei gleiche magnetische Kreise, welche den Steg s gemeinsam haben. Die magnetisierenden Kräfte der beiden Spulen (vergl. Seite 35) wirken je auf einen dieser Kreise; die Magnetisierung äußert sich in Zugkräften, welche an den beiden Enden des Wagebalkens m_2 angreifen und jedes Ende nach unten zu ziehen bestrebt sind. Zu diesen beiden Kräften kommt noch eine dritte; die rechte Seite von m_2 wird durch das Gewicht g beschwert. Im stromlosen Zustand wirkt g allein und drückt den rechten Arm des Wagebalkens herab; in dieser Lage sind die beiden Kontakte (für den Anruflampen- und den Kontrollampen-Stromkreis) am andern Ende des Relais geöffnet (vgl. Fig. 367).

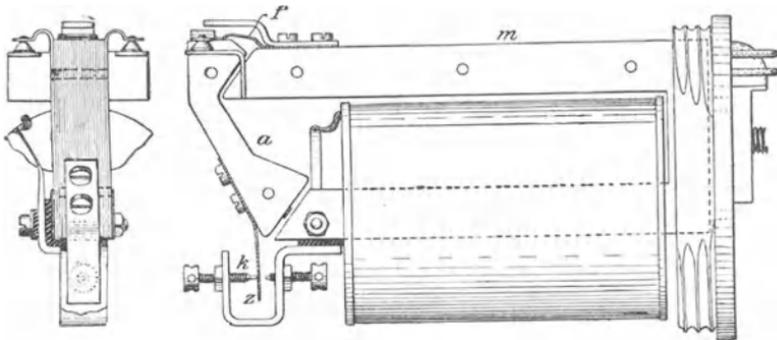


Fig. 304.

Schlußzeichenrelais von Siemens & Halske.

Wenn der Teilnehmer das Amt anruft, so erhalten beide Spulen Strom; die Spule a magnetisiert dann, wie später genauer gezeigt wird, ihren magnetischen Kreis weit stärker als die Spule h den ihrigen. Der Zug im Kreis von h und der Zug des Gewichtes g zusammen werden von dem Zug im Kreise von a überwunden; der Hebel m_2 kippt um und schließt die Stromkreise für die Lampen. Wenn im späteren Verlaufe der Verbindung die Spule a wieder stromlos wird, so ziehen die Spule h und das Gewicht g die rechte Seite wieder herunter.

Das Eisenviereck des Schlußzeichenrelais von Siemens & Halske (Fig. 304) besteht ebenfalls aus geblätterttem Eisen. Es hat bei 150 Ohm Widerstand 5800 Umwindungen. Die eine kurze

Seite des Eisenvierecks ist als Anker *a* ausgebildet, der in Spitzen aufgehängt und so gestaltet ist, daß er in der Ruhe durch die eigene Schwere seine Kontaktzunge *z* gegen den Ruhekontakt *k* legt. In dieser Stellung, die beim Stromloswerden des Relais eingenommen wird, schließt der Ankerkontakt bei emporgehobenem Stöpsel einen Ortsstromkreis über die Schlußzeichenlampe. Hieraus ergibt sich, daß in diesem Falle der Anker und das Eisen des Elektromagnets stromführend sind, und daß daher eine gut leitende Verbindung zwischen dem Anker *a* und dem oberen Magnetschenkel *m* bestehen muß. Außer den beiden Lagerspitzen und Pfannen ist deshalb noch eine Blattfeder *f* angeordnet, die auf die verkupferte Kopf- fläche des Ankers drückt.

VI. Die Fernsprechgehäuse.

Allgemeines. Die Fernsprechgehäuse enthalten die auf den Sprechstellen erforderlichen Apparate in gedrängter, dem praktischen Gebrauche angepaßter Anordnung. Ältere Gehäuse zeigen die Form hölzerner Schränkchen, Fig. 305 a und 306 a. Die neueren Gehäuse werden entweder in Pultform, Fig. 307 a, oder in Kästchenform, Fig. 309 a, zum Anhängen an die Wand eingerichtet oder als Tischaufsätze, Fig. 310 a, 313 a, hergestellt. An älteren Pultgehäusen läßt sich die Platte aufklappen; die neueren Pulte können ganz heruntergeklappt werden. An den Schrankgehäusen läßt sich in der Regel die Vorderwand als Tür öffnen.

Während bis vor kurzem die Gehäuse für Telegraphenleitungen mit Sprechbetrieb (Sp-Gehäuse) sich von denen für Anschlüsse in Ortsfernsprenetzen in mehreren wesentlichen Teilen unterschieden, ist dies neuerdings nur noch hinsichtlich des Weckers der Fall. Der Wecker des gewöhnlichen Anschlußgehäuses hat 300 Ohm Widerstand, der Wecker des Sp-Gehäuses besitzt 1500 Ohm Widerstand und hohe Selbstinduktion; vergl. Seite 202.

Fernsprechgehäuse für den Ortsfernspreibetrieb. Die Gehäuse für Fernsprechanschlüsse können sowohl zum Einzel- als auch zum Doppelleitungsbetriebe verwendet werden. Sie erhalten durchweg nur einen Fernhörer. Auf besonderen Wunsch des Teilnehmers wird auf dessen Kosten noch ein zweiter Fernhörer angebracht, wie beispielsweise in Fig. 305 a und 305 b dargestellt ist. Als Wecker sind in der Regel polarisierte Wechselstromwecker

(4 Säure- oder 3 Natronzellen) einzuschalten; zugleich ist die Verbindung zwischen C und der Mitte der Mikrophonbatterie aufzuheben. Soll mit dem Gehäuse ein zweiter Wecker verbunden werden, so ist die Messingspange zwischen den beiden W-Klemmen zu öffnen und der Wecker je nach Lage des Falles entweder so anzuschließen, daß er bei Ausschaltung des Gehäuseweckers, oder so, daß er gleichzeitig mit diesem in Tätigkeit tritt.

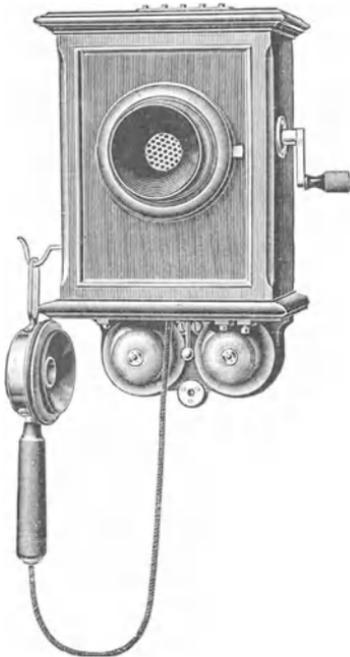


Fig. 306 a.

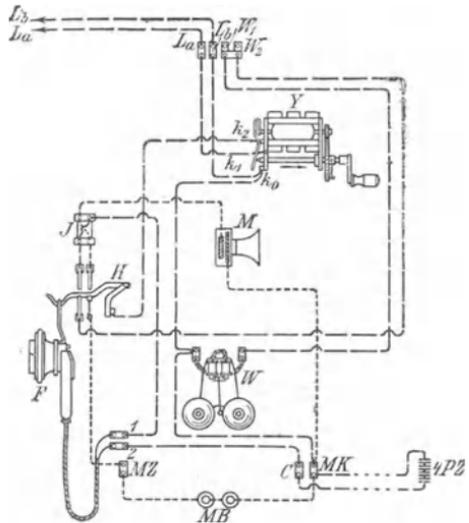


Fig. 306 b.

Fernsprechgehäuse für Teilnehmerstellen mit polarisiertem Wecker.

An dem Gehäuse in Pultform Stf. 1904 (Fig. 307 a) sind ein kleiner Rahmen für die Anschlußnummer, der Mikrophonarm und die Weckerglocken frei auf der oberen Hälfte der Rückwand sichtbar, die übrigen Apparateile (Induktor, Hakenumschalter, Induktionsspule, Weckerelektromagnet und u. a. ein Satz Polarisationszellen) sitzen im Innern des pultförmigen Kastens. Das Mikrophon ist bei den seit 1903 gebauten Apparaten an einem in senkrechter Richtung verstellbaren Arm befestigt. Um zu verhüten,

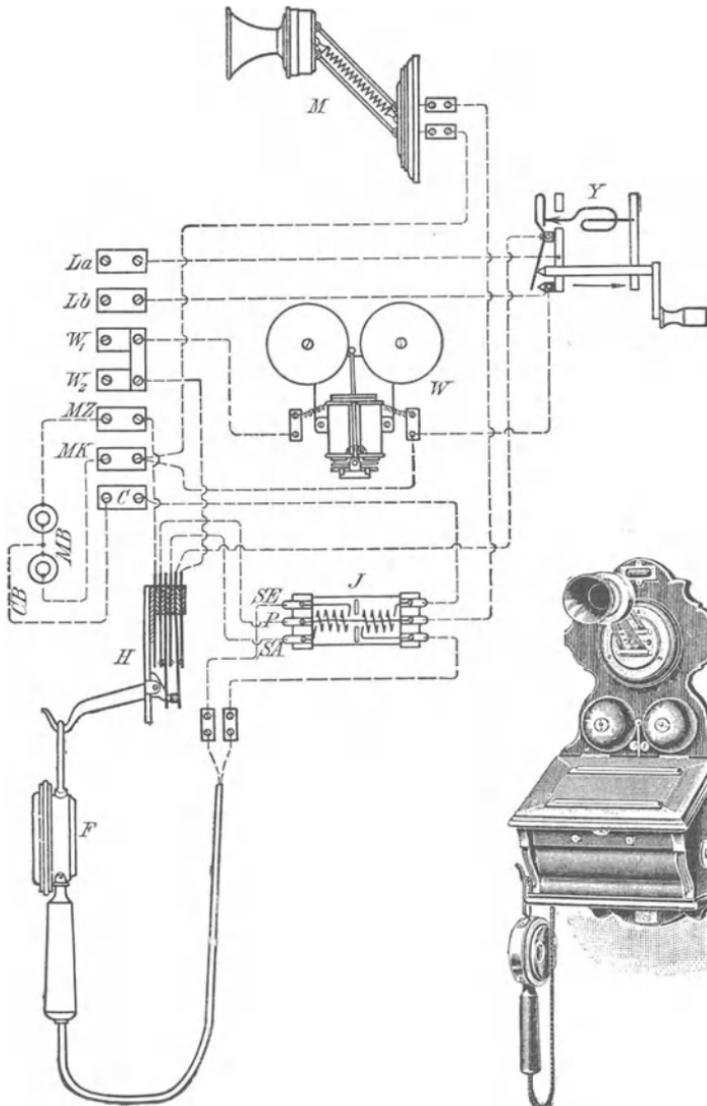


Fig. 307 b.

Fernsprechgehäuse in Pultform
(Stromlauf).

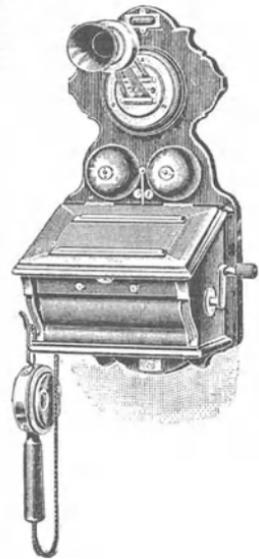


Fig. 307 a.

Fernsprechgehäuse
in Pultform.

daß die Hand bei der Berührung des Mikrophonträgers mit stromführenden Teilen in Verbindung kommt, werden die Batteriedrähte isoliert bis in das Innere des Behälters für die Mikrophonkapsel geführt und hier an Klemmschrauben gelegt, die durch Federn mit der Membran und dem Kohlenkörper in Verbindung stehen. Die Einrichtung des Hakenumschalters und der Induktionsrolle ergibt sich aus dem Stromlauf (Fig. 307b). Sämtliche Zuführungsklemmen befinden sich auf der linken Seitenwand, aus der auch der Umschalterhaken zum Anhängen des Fernhörers herausragt, während die Induktorkurbel rechts eingesetzt ist. Die

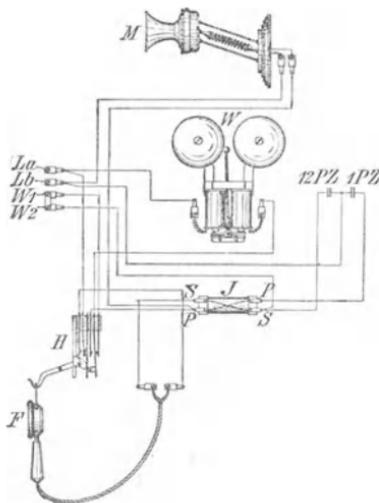


Fig. 308 a.
Stromlauf des Zentralbatteriegehäuses ZB 04
ohne Induktor.

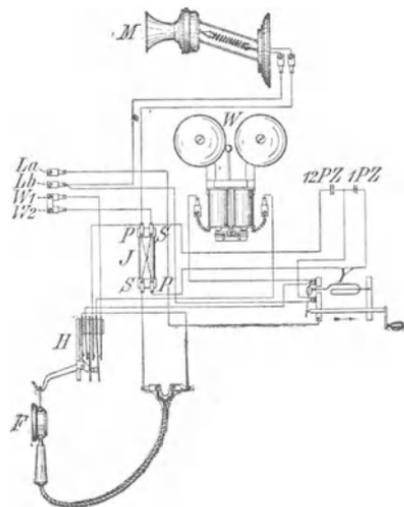


Fig. 308 b.
Stromlauf des Zentralbatteriegehäuses ZB 04
mit Induktor.

Pultplatte ist bei einer Anzahl älterer Apparate mit einer Schreibtafel aus mattgeschliffenem weißem Glas, bei den neueren mit zwei Schienen zur Befestigung eines Papierblocks ausgerüstet.

Die neuesten Gehäuse zeichnen sich dadurch aus, daß sämtliche Apparateile auf der Rückwand montiert und die Drahtverbindungen so weit, als möglich an Lötösen fest verlötet, nicht mehr wie früher an Klemmen gelegt sind. Das Innere der Gehäuse ist dadurch zugänglicher, und Stromunterbrechungen sind besser verhütet worden.

In Fernsprechnetzen mit Zentralbatterie wird der Mikrophonstrom in allen Fällen von einer auf dem Vermittlungsamte aufgestellten Sammlerbatterie der Sprechstelle zugeführt, sobald sie mit dem Beamten des Amtes oder mit einer anderen Teilnehmerstelle sprechen will, d. h. sobald der Hörer abgehängt worden ist. Die Gehäuse der Stellen bedürfen daher keiner eigenen Elemente mehr; sie haben auch keinen Induktor mehr nötig, wenn das Abheben des Fernhörers den Stromschluß der Zentralbatterie des Amtes über ein Anrufzeichen (zumeist ein Relais mit angeschalteter kleiner Glühlampe) zur Folge hat. In allen neueren Fernsprechnetzen mit Zentralbatterie ist letztere Einrichtung getroffen; nur einigen älteren Netzen mit zentraler Mikrofonbatterie ist noch der Anruf mit Induktor eigen. Demgemäß sind zwei Arten von Gehäusen Z B (d. i. für Zentralbatterie) in

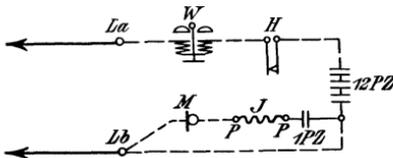


Fig. 308 c.

Stromlauf des Zentralbatteriegehäuses ZB 04 ohne Induktor
Hörer angehängt.

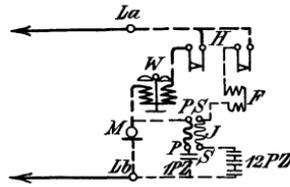


Fig. 308 d.

Hörer abgenommen.

Gebrauch, deren Schaltung die Fig. 308 a und 308 b zeigen. Zum besseren Verständnis der Schaltungen ist der Stromlauf des Gehäuses ohne Induktor bei angehängtem Fernhörer in Fig. 308 c und bei abgehängtem Hörer in Fig. 308 d schematisch dargestellt. Es ist ersichtlich, daß bei angehängtem Fernhörer der Gleichstrom der Zentralbatterie (Sammlerbatterie) des Amtes über die Sprechstelle keinen Weg findet. Dieser ist durch den Satz Polarisationszellen (12 Stück), der auch durch einen Kondensator ersetzt werden kann, verriegelt. Ein etwa ankommender Wechselstrom wird dagegen durch die Zellen (den Kondensator) nicht abgesperrt, er kann also den Wecker W in Gang setzen. In der Sprechstellung — bei abgehängtem Hörer — kann der Zentralbatteriestrom über den Wecker W und durch das Mikrophon M fließen. Beim Sprechen werden die durch das Mikrophon hervorgebrachten Stromänderungen hauptsächlich in dem Stromkreise Lb — M — PP — 1 PZ — Lb, verstärkt durch die Wirkung der elektrischen Kapazität

der Einzelpolarisationszelle (1 P Z), verlaufen und durch die Induktionsspule J auf den Stromkreis La—H—F—J_{ss}—12 P Z—Lb und damit auf die Leitung übertragen. Durch die Weckerspulen,

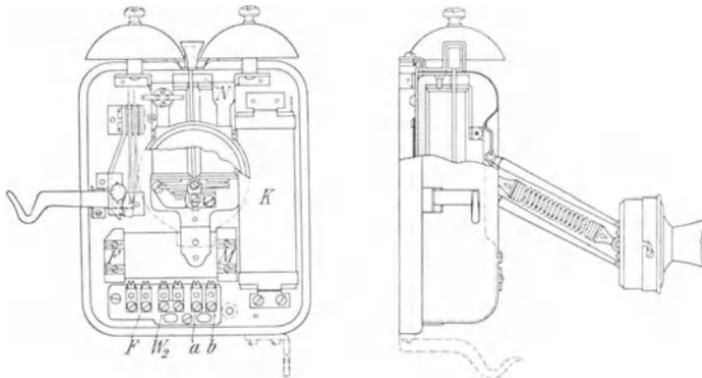


Fig. 309 a. Zentralbatteriegehäuse ZB 06.

die hohe Selbstinduktion besitzen, geht nur ein verschwindend kleiner Teil des Sprechstromes. Ebenso fließen ankommende Sprechströme nur durch den den Fernhörer enthaltenden Stromkreis, nicht durch den Wecker.

Statt der teuren, großen Sätze von Polarisationszellen wird neuerdings nur noch von Kondensatoren (zu 2 Mikrofard) Gebrauch gemacht.

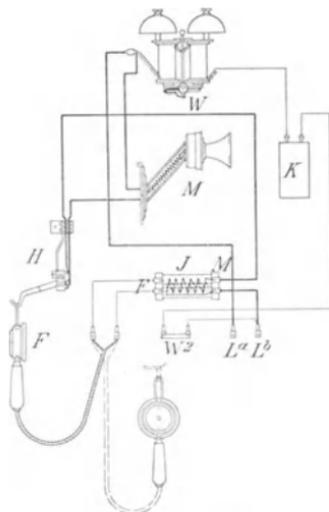


Fig. 309 b. Schaltung des Zentralbatteriegehäuses ZB 06.

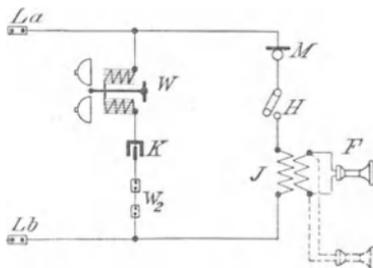


Fig. 309 c. Schematischer Stromlauf des Zentralbatteriegehäuses ZB 06.

Um ferner die Einzelzelle entbehrlich zu machen, ist eine veränderte Schaltung (Fig. 309 b und c) angenommen worden. Zugleich hat das

Gehäuse eine gedrängte Form erhalten und wird in allen Teilen aus Metall gefertigt (Fig. 309a). Der Fernhörer liegt nicht unmittelbar in der Leitung, sondern ist durch einen Übertrager mit ihr gekuppelt. Als Mikrophon wird ein Kohlengries- oder Kohlenpulvermikrophon (von etwa 80—100 Ohm) benutzt, weil die Kügelchen der Kohlenkugelmikrophone durch den Zentralbatteriestrom zu rasch verbrannt und dadurch für den Betrieb unbrauchbar werden.

Der Wecker hat 19 000 Umwindungen eines 0,14 mm starken Kupferdrahtes und 1000 Ohm. Die mit M bezeichnete Spule des Übertragers, welche mit dem Mikrophon in Reihe liegt, hat 1700 Umwindungen und 16 Ohm, die andere Spule 1400 Umwindungen und 22 Ohm.

Das Tischgehäuse (Fig. 310a) enthält in einem schwarzlackierten Blechkasten mit hölzerner Grund- und Deckelplatte den Magnetinduktor, den Wecker und die Induktionsrolle zum Mikrophon. Auf der Deckelplatte ist ein vernickelter Metallständer mit zwei senkrechten Armen zur Aufnahme eines Handapparats fest-



Fig. 310 a.
Tischgehäuse (M. 1900).

geschraubt, der Mikrophon und Fernhörer in sich vereinigt (Mikrotelephon); bei neueren Apparaten läßt sich der Handapparat durch Auseinanderziehen auf einen bestimmten Abstand zwischen Mikrophon und Fernhörer einstellen. Die Glocke des polarisierten Weckers besitzt nur eine Schale, aber zwei Hämmer, die abwechselnd gegen sie schlagen. Zur Ingangsetzung des Induktors sind zwei Kurbeln vorhanden. Die Umschaltung auf Wecker- oder Sprechkreis geschieht bei den älteren Apparaten (M. 99) durch einen am Handapparat angebrachten Schalthebel, bei den neueren durch den Metallständer, dessen oberer Teil bei Abnahme

des Handapparats emporgeht. Bei der in Fig. 310a abgebildeten Form (M. 1900) ragt aus der Deckplatte des Gehäuses ein Druckknopf hervor, mittels dessen zur Verbesserung der Lautwirkung beim Hören die sekundäre Wickelung der Induktionsrolle ausgeschaltet werden kann. Bei den neuesten Apparaten (M. 1905) befindet sich dieser Druckknopf am Handapparat. Den Stromlauf gibt Fig. 311 a.

Auf der unteren Fläche des Grundbretts sitzen die 11 Zuführungsklemmen, geschützt durch ein darüber geschraubtes Eisenblech; von ihnen führen zwei fünfaderige Leitungsschnüre einerseits zum Handapparat, andererseits zu einem besonderen Anschlußkästchen (das bei den älteren Apparaten [M. 99] den Kohlen-Blitzableiter enthält), und an dem die Zuführungen zu den Anschlußleitungen, den Batterieelementen und zur Erde, sowie u. U. zu einem zweiten Wecker endigen. Die Hauptfigur zeigt die beiden Wecker in Reihe, die obere Nebenfigur gibt die Schaltung für den Fall, daß nur einer der beiden Wecker ansprechen soll. Die Fig. 311 c gibt die Farben der Verbindungsschnüre.

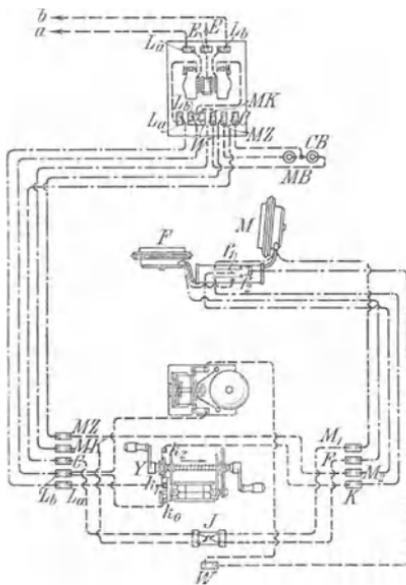


Fig. 310 b.
Tischgehäuse (Stromlauf).

aus Fig. 310b zu entnehmen. Wo keine Kontrollelemente bei den Teilnehmern aufgestellt sind, ist im Anschlußkästchen an Stelle der Drahtverbindungen zwischen der W- und M K-Klemme eine solche zwischen der W- und C-Klemme herzustellen. Wird der Hebel des Handapparats niedergedrückt, so legen sich die Federn f_1 , f_2 gegen die unteren Kontakte und schalten an Stelle des Weckers das Mikrotelefon ein.

In Fernsprechnetzen mit Zentralbatterie werden die Tischapparate nur mit dem Handapparat (Mikrotelefon) und

der Ein- und Ausschaltvorrichtung für letzteren ausgestattet. (Wo noch Induktoranruf besteht, nimmt der Tischapparat auch noch den Induktor auf.) Die sonst erforderlichen Apparate: Wecker, Induktionsspule und Polarisationszellen (oder Kondensator) sind, weil ihr Einbau in den Tischapparat diesen unförmlich groß machen würde, in einem besonderen Beikasten vereinigt, der an der Wand aufgehängt werden kann. Den Stromlauf zeigen die Fig. 312a und b.

Um den unbequemen Beikasten zu vermeiden, ist ein neues Muster eingeführt worden, das gleich dem neuesten Wandgehäuse

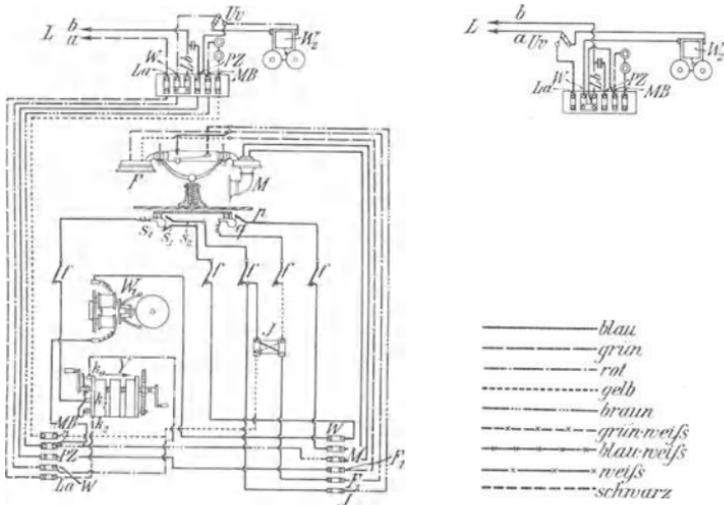


Fig. 311 a.

Fig. 311 c.

Stromlauf des Tischgehäuses (M. 1905).

(Fig. 309a) völlig aus Metall gefertigt wird und alle erforderlichen Apparate — mit alleiniger Ausnahme des Kondensators — in sich vereinigt. Der Kondensator wird in das Anschlußkästchen gesetzt. Vgl. Fig. 313a, b, c.

Das **Fernsprechgehäuse für Telegraphenleitungen** (Sp. 1904) gleicht bis auf den Wecker in allen Hauptteilen dem Wandgehäuse Stf. 1904. Sein Wecker hat jedoch 1500 Ohm Leitungswiderstand und besitzt hohe Selbstinduktion. Diese Bauart hat sich als notwendig erwiesen, damit in den häufig langen Leitungen mit ihren zahlreichen zur Erde abgezweigten Sprechstellen der Stromverlust

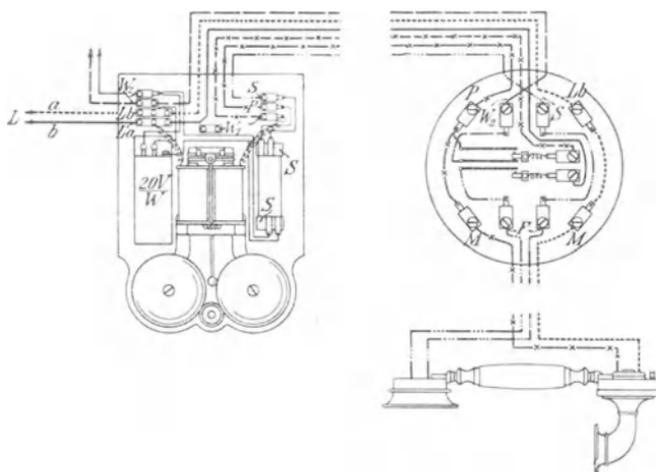


Fig. 312 a.

Tischapparat für Zentralbatteriebetrieb ohne Induktor.

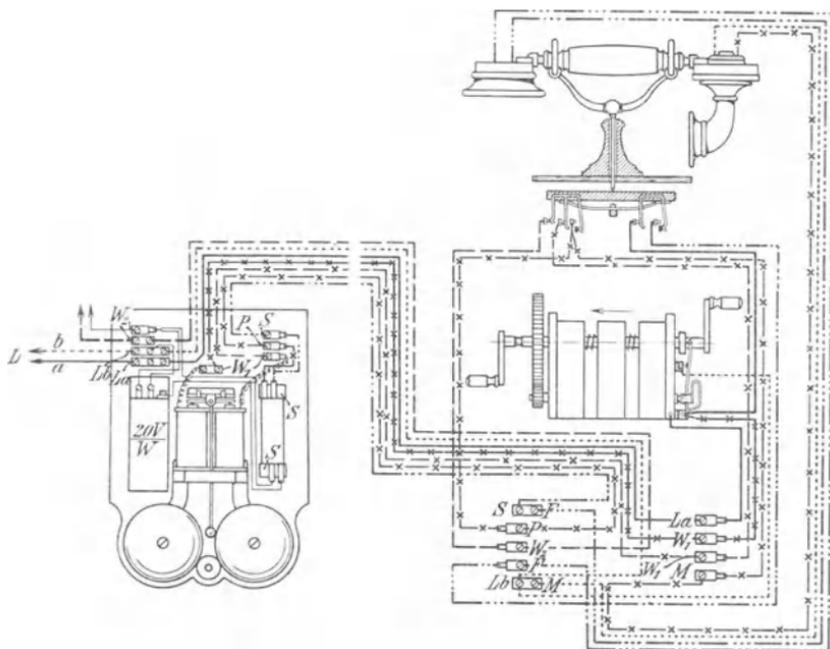


Fig. 312 b.

Tischapparat für Zentralbatteriebetrieb mit Induktor.

beim Sprechen — insbesondere im Fernverkehr — in erträglichen Grenzen bleibt. Denn wenn von einer Anstalt aus gesprochen

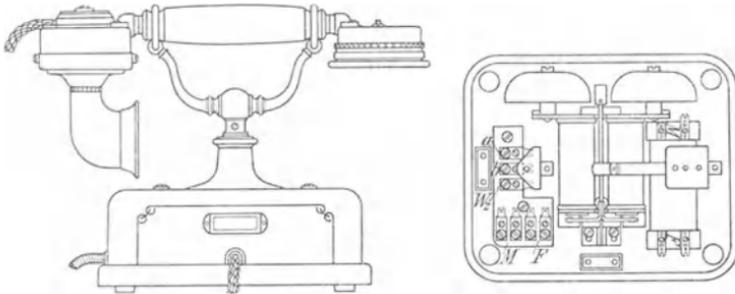


Fig. 313 a.

Tischgehäuse für Zentralbatteriebetrieb ZB 06.

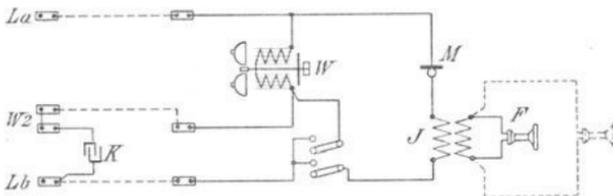


Fig. 313 b.

Schaltung des Tischgehäuses für Zentralbatteriebetrieb ZB 06.

wird, liegen während des Gesprächs die Wecker sämtlicher übrigen Anstalten in Erdabzweigung und bilden zusammen einen Nebenschluß zur Leitung, dessen Wechselstromwiderstand nicht zu klein werden darf.

Den Stromlauf zeigt Fig. 314.

Das Abfragegehäuse der Fernsprechvermittlungssämer, dessen Stromlauf in Fig. 315 a dargestellt ist, enthält außer dem für den Anruf im Teilnehmerverkehr bestimmten Kurbelinduktor Y zwei Doppeltasten T_1 T_2 zum Wecken in Fernleitungen mittels großer oder kleiner Batterie. Der Fernhörer F ist mit einem zweikontaktigen Schalthebel h ausgerüstet, der beim

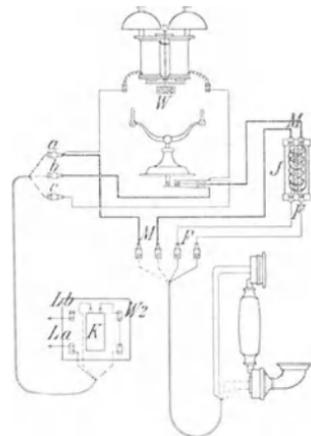


Fig. 313 c.

Schematischer Stromlauf des Tischgehäuses für Zentralbatteriebetrieb ZB 06.

Abfragen niedergedrückt, beim Kontrollieren aber losgelassen wird. Wie die Schaltungszeichnung ersehen läßt, ist dem Fernhörer ein Graduator *g* vorgeschaltet, um zu verhüten, daß beim Kontrollieren die Lautwirkung in nachteiligem Maße geschwächt wird; durch das Niederdrücken des Schalthebels beim Abfragen wird der Mikrophonstromkreis über 4, 5 geschlossen und zugleich der Graduator durch Kurzschließung über 1, 3 ausgeschaltet.

Die neueren Gehäuse erhalten an Stelle der Doppeltasten T_1 und T_2 zwei Hebelumschalter von der Bauart, wie sie beim Vielfachumschalter M. 1902 (Fig. 347—349) angewandt wird. Die Änderung des Stromlaufs Fig. 315 a ergibt sich aus Fig. 315 b.

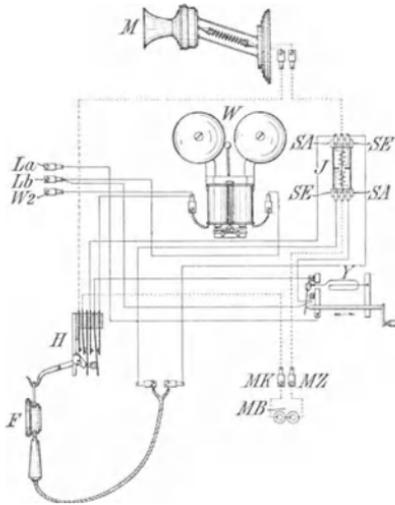


Fig. 314.

Fernsprechgehäuse für Telegraphenleitungen
(Sp 1904) (Stromlauf).

Fernsprechautomaten. Um auch dem nicht an das Ortsfernsprechnetz angeschlossenen Publikum Gelegenheit zur Benutzung des Telephons zu geben, ist die Reichstelegraphenverwaltung damit vorgegangen, in den Schalterräumen der Postanstalten, auf Bahnhöfen, in öffentlichen Lokalen u. s. w. sogen. Fernsprechautomaten aufzustellen, die als öffentliche Sprechstellen dienen.

Abweichend von sonstigen Einrichtungen ähnlicher Art

beginnt die Benutzung der Fernsprechautomaten nicht mit dem Einwerfen der Geldstücke, sondern der Benutzer ruft zunächst durch Drehen der Induktorkurbel das Amt an. Der Beamte des Vermittelungsamts nimmt die Gesprächsanmeldung entgegen und ruft den verlangten Teilnehmer an den Apparat; erst wenn dieser zum Gespräche bereit ist, wird die Person am Automaten zur Entrichtung der Gesprächsgebühr aufgefordert, die sie in den Schlitz für den Geldeinwurf zu stecken hat. (10 Pfennig für Verbindungen innerhalb der Stadt, 2×10 Pfennig für Verbindungen nach den Vororten.) Fig. 316 a stellt die Verbindungen dar.

Von der Einwurfsöffnung gelangen die Geldstücke nacheinander über zwei Laufbahnen zu einer Kontaktvorrichtung am innern Ende des zwischenschliffenen Hakenumschalters, wo sie einstweilen zwischen dem Schalthebel und einer federnden Lamelle liegen bleiben. Die Laufbahn wird aus zwei voneinander isolierten Messingschienen gebildet, die mit dem Mikrophonkreise verbunden sind. Solange ein Geldstück über die Laufbahn gleitet, stellt es eine leitende Verbindung zwischen den Schienen und dadurch eine Nebenschließung zum primären Kreise des Mikrophons her, die sich als surrendes, nur beim Übergang des Geldstücks von der einen Laufbahn auf die andere unterbrochenes Geräusch im Fernhörer bemerkbar macht. Dies setzt den Beamten in die Lage, das Fallen der Geldstücke zu überwachen. Am Ende des Schalthebels angelangt, drückt das Geldstück

auf die federnde Lamelle und legt sie gegen einen Kontakt, der ein Element der Mikrophonbatterie als Kontrollelement in die Leitung bringt. Sollte der Beamte das Geräusch überhört haben, so kann er sich demnach noch durch die gewöhnliche Kontrolle davon überzeugen, ob die Gebühr entrichtet ist. Die endgültige Vereinbarung des Geldes geschieht erst nach beendigtem Gespräch

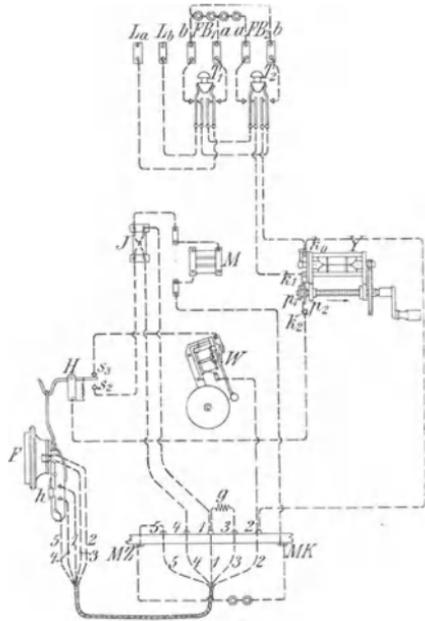


Fig. 315 a.
Abfragegehäuse (Stromlauf).

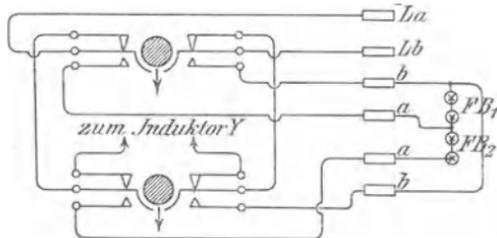


Fig. 315 b.
Umschalter zum Abfragegehäuse.

beim Wiederanhängen des Fernhörers, wobei das hintere Ende des Schalthebels sich in die Höhe bewegt und das Geldstück freiläßt, das nun in ein verschlossenes Blechkästchen fällt.

Die neuesten Fernsprechautomaten sind so eingerichtet, daß das eingeworfene Geldstück gegen eine Glockenschale fällt und diese zum Tönen bringt. Der längere Zeit nachschwingende Ton überträgt sich auf das Mikrophon und wird von dem die Bezahlung

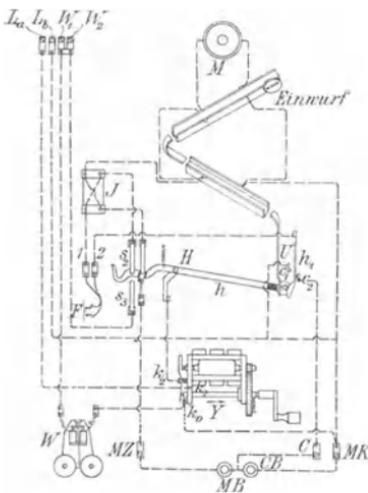


Fig. 316 a.

Fernsprechautomat, ältere Bauart.

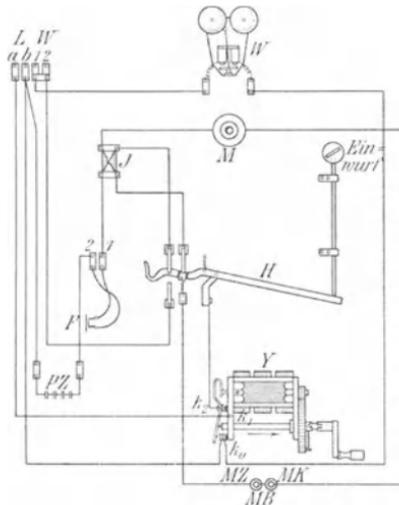


Fig. 316 b.

Fernsprechautomat, neuere Bauart.

überwachenden Beamten des Vermittlungsamts deutlich gehört. Eine zweite Vorrichtung zur Kontrolle enthalten diese Automaten nicht. Ihr Stromlauf ist aus Fig. 316 b zu ersehen. Die Laufbahn für das Geldstück und die Glockenschale sind weggelassen, da sie für die Stromgebung nicht gebraucht werden. Der auf dem langen Hebelarm H stehende Riegel ist in zwei Führungen frei beweglich und dient dazu, bei angehängtem Hörer den Schlitz des Geldeinwurfs zu verriegeln.

Sechster Teil.

Orts-Fernsprecheinrichtungen.

Zweiundzwanzigster Abschnitt.

Fernsprechämter.

Einrichtung der Umschalter. Die Anschlußleitungen der Fernsprech-Teilnehmer führen zu einer Zentralstelle, dem Vermittlungsamt, wo sie mit Hilfe von Umschaltern nach Bedarf untereinander verbunden werden können. Diese Umschalter enthalten zugleich die nötigen Vorrichtungen für den Anruf des Vermittlungsamts und dessen Benachrichtigung vom Schluß der Gespräche. Zu diesem Zwecke ist in jede Anschlußleitung ein Elektromagnet eingeschaltet, dessen Anker, durch die Wirkung des Weckstroms angezogen, entweder eine Fallscheibe (Klappe) mit der Nummer des rufenden Teilnehmers auslöst, oder mit Hilfe der Batterie des Amts eine kleine Glühlampe zum Aufleuchten bringt, was wegen der Geräuschlosigkeit und des geringen Raumbedarfs neuerdings vorgezogen wird. Zur Herstellung der Verbindungen dienen Klinken, Stöpsel und Leitungsschnüre.

Eine Klinke besteht aus isolierten Metallfedern und einer Metallhülse, in welche ein Stöpsel eingeführt werden kann, der die Federn auf mechanischem oder elektrischem Wege in bestimmte leitende Verbindungen bringt. Man unterscheidet zwischen zwei-, drei- und mehrteiligen Klinken. Die Klinken können entweder hinter- oder nebeneinander in die Leitung geschaltet werden. Die erstere Schaltung (vgl. Fig. 317 a u. 362, K_1 und K_2) hat den Nachteil, daß die Unterbrechung einer einzigen Klinke (durch Staub, Erschlaffung einer Feder u. dgl.) die ganze Leitung stört. Man bevorzugt daher die Parallelklinken (vgl. Fig. 353 links oben bei VL, Fig. 367, K_v und K_a). Die vierteiligen Klinken mit doppelter Unterbrechung, wie KV in Fig. 346, heißen Unterbrechungsklinken.

Die Verbindung der Teilnehmerleitungen untereinander geschieht entweder durch Stöpselpaare mit Leitungsschnüren oder durch Einführung bloßer Stöpsel in die mit festen Drahtverbindungen versehenen Klinken. Die Stöpsel sind entweder einfache oder Doppelstöpsel, Zwillingstöpsel u. s. w. Zur Wiedergabe des Schlußzeichens bleibt entweder eine Anrufvorrichtung eingeschaltet, oder es wird mit der Stöpselschnur ein besonderes Schlußzeichen in den Stromweg gebracht. Bei dieser Einrichtung hat der Teilnehmer das Schlußzeichen zu geben; da dies oft unterbleibt, benutzt man bei den neueren Vielfachumschaltern eine selbsttätige Schlußzeicheneinrichtung, welche sich polarisierter oder neutraler Galvanoskope und in den großen Ämtern der kleinen Glühlampen bedient. Klappen (oder Glühlampen) und Klinken sind entweder in gemeinsamen oder in getrennten Tafeln vereinigt. Jeder Umschalter ist außerdem mit einer Anzahl von Hilfsapparaten, wie Tasten, Hebelumschalter, Abfrageapparate u. dergl., ausgerüstet. In der neueren Zeit finden Induktanzspulen, Kondensatoren und Polarisationszellen ausgedehnte Verwendung. Durch die Einschaltung von Induktanzspulen werden die zur Zeichengebung erforderlichen Abzweigungen für Sprechströme undurchlässig gemacht, während Polarisationszellen oder Kondensatoren die Hörkreise gegen das Eindringen von Gleichstrom verriegeln.

Die älteren Klappenschränke sind für den Betrieb von Einzelleitungen mit Erdrückleitung gebaut; sie werden nach und nach durch Umschalter für den Doppelleitungsbetrieb ersetzt. In der Übergangszeit lassen sich die neueren Umschalter auch für den gemischten und Einzelleitungsbetrieb verwenden.

Je nach der Form der Umschaltetafeln unterscheidet man zwischen Schrankumschaltern, bei denen die Klinkentafel senkrecht, und Tischumschaltern, bei denen sie wagerecht angeordnet ist. Die älteren und kleineren Umschalter haben Schrankform; für die größeren Betriebsstellen wurde bisher die Tischform bevorzugt. Die wagerechte Anordnung gewährt den Vorteil, das Klinkenfeld von zwei Seiten zugänglich zu machen, sodaß eine und dieselbe Klinkentafel für die doppelte Zahl von Arbeitsplätzen ausreicht, was eine große Ersparnis an Klinken zur Folge hat. Da die Herstellung der Klinken in neuerer Zeit beträchtlich einfacher und billiger geworden ist, wird kein so großer Wert mehr auf Klinkenersparnis gelegt. Die Schrankform gestattet, die Leitungen besser

anzuordnen und die Klinken besser vor Staub zu schützen; die Stöpselschnüre nutzen sich weniger rasch ab; besonders können Klinkenfelder von größerer Höhe noch bequem bedient werden. Aus diesen Gründen wird die Schrankform neuerdings wieder ausschließlich angewandt.

Einfachumschalter. Für kleinere Orte, wo die Zahl der Fernsprech-Teilnehmer nicht mehr als etwa 150 beträgt, kann man mit wenigen kleineren Umschalteschränken auskommen; da alsdann sämtliche Klinken der Teilnehmer nahe beieinander liegen, lassen sich je zwei Klinken stets durch eine Stöpselschnur verbinden. Es reicht dann aus, wenn jede Teilnehmerleitung auf dem Amte ein Rufzeichen und eine einzige Klinke besitzt.

Die alten Klappenschränke waren für 5, 10 oder 50 Einzelleitungen gebaut; die Klappenschränke neuerer Bauart sind für 3, 5, 10, 20, 40 und 50 Doppelleitungen eingerichtet.

Vielfachumschalter. Sind in einer Vermittlungsanstalt mehr als drei Klappenschränke gewöhnlicher Art aufgestellt, so müssen sich die Beamten über alle Verbindungen, bei denen zwei nicht benachbarte Schränke zu benutzen sind, durch Zuruf verständigen. Das hierdurch entstehende Stimmengewirr wird um so störender und das Vorkommen von Mißverständnissen um so häufiger, je größer die Anzahl der Klappenschränke ist.

Diesem Übelstande helfen die Vielfachumschalter ab, indem sie dem Beamten, der an seinem Arbeitsplatz die Rufzeichen einer bestimmten Anzahl von ihm zu bedienender Leitungen vor sich hat, alle in das Vermittlungsamt eingeführten Leitungen mit Hilfe von Klinken zugänglich macht. Es muß also jede Teilnehmerleitung durch alle Umschalteschränke geführt und in jedem der letzteren mit einer Klinke verbunden werden. Der Grundgedanke des Vielfachumschalters wird in seiner einfachsten Gestalt durch Fig. 317a dargestellt. Es wird ein Amt mit Einzelleitungsbetrieb angenommen; I, II, III sind drei nebeneinanderstehende Umschalteschränke, 1, 2, 3 drei Teilnehmerleitungen. Jede Leitung führt in jedem Schrank durch eine Klinke und schließlich in einem der Schränke zu dem Elektromagnet, der das Rufzeichen bildet, dann noch zur Erde. Der Teilnehmer 3 hat gerufen; der Beamte beim Schrank III hat ihn darauf mit Hilfe der Stöpselschnur an seinem Arbeitsplatz mit dem gewünschten Teilnehmer I verbunden. Jeder Arbeitsplatz ist mit einer Abfrageeinrichtung und

den nötigen Schalthebeln, Schnurstöpseln und Batterietasten ausgerüstet.

Die räumliche Ausdehnung der Vermittlungsämter macht es notwendig, daß jeder Beamte von seinem Platze aus prüfen kann, ob eine verlangte Leitung frei oder anderweitig besetzt ist. Dazu dient bei manchen Systemen eine Prüflleitung, die alle gleichnamigen Klinkenhülsen untereinander verbindet und beim Stöpseln einer Teilnehmerleitung mit dieser in leitende Berührung tritt, also Erdschluß bei der Sprechstelle erhält. Die Prüfung geschieht mit Hilfe einer Kontrollbatterie und des Abfragesystems, indem der Stöpsel einer Verbindungsschnur an die Klinkenhülse angelegt wird;

läßt der Fernhörer ein Knacken vernehmen, so ist die Leitung besetzt, im andern Falle frei.

Auch im Doppelleitungsbetriebe, wo der Erdschluß bei der Sprechstelle fehlt, wird das Freisein der gewünschten Leitung durch Anlegen des Stöpsels an die Klinkenhülse festgestellt. Der Fernhörer des Abfrageapparats hat zu diesem Zwecke am Vereinigungspunkt seiner Elektro-

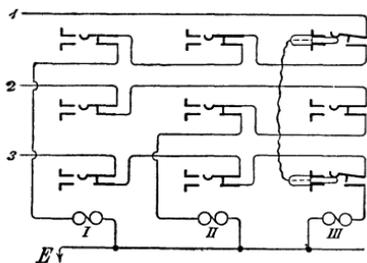


Fig. 317 a.

Vielfachschaltung für Teilnehmerleitung.

magnetrollen eine Ableitung über eine Induktanzrolle zur Erde erhalten; bei besetzter Leitung findet also der Strom der Kontrollbatterie einen Weg zur Erde durch die eine Umwindung des Fernhörers, den er zum Ansprechen bringt. Für Sprechströme ist die Nebenschließung durch die Induktanzrollen undurchlässig gemacht.

Für die Vielfachumschalter werden in der Reichstelegraphenverwaltung zwei verschiedene Systeme von Stöpselschnüren benutzt, das Einschnursystem und das Zweischnursystem.

Im Einschnursystem endet jede Leitung in einer Verbindungsschnur, deren Stöpsel auf einer für alle Umschalter gemeinsamen Erdschiene ruht. Jeder Schrank enthält außer den Klinken 200 Klappen und ebensoviele Verbindungsvorrichtungen, bestehend aus Stöpsel und Schnur mit Rollgewicht, Erdschalter, Hör- und Anrufschlüssel, sowie für jeden Arbeitsplatz ein Abfrage- und ein Prüfungssystem. Auf besondere Schlußklappen wird ver-

zichtet. Fällt eine Klappe, so ist der zugehörige Stöpsel aus dem Erdumschalter zu entnehmen und die Leitung mit Hilfe des Hörschlüssels auf den Abfrageapparat zu schalten. Die Prüfung der verlangten Leitung auf Besetztsein geschieht durch Anlegen des Stöpsels an die Klinkenhülse; wird kein Knacken im Fernhörer vernommen, so ist der Stöpsel in die Klinke vollends einzusetzen und der Abfrageapparat wieder auszuschalten. Das Einschnurssystem wird für den Betrieb von Teilnehmerleitungen nicht mehr verwendet; dagegen wird es für Verbindungsleitungen im Stadt- und Vorortsverkehr öfter benutzt (vgl. Fig. 369, VS).

Alle neuen Vielfachumschalter sind nach dem Zweischnurssystem gebaut, bei dem lose Schnurpaare mit zwei Stöpseln und Rollgewicht zur Herstellung der Verbindungen dienen. Der eine dieser Stöpsel, der Abfragestöpsel, wird beim Anruf des Amtes in die Klinke des rufenden Teilnehmers gesteckt, mit dem zweiten Stöpsel, dem Verbindungsstöpsel, wird, wie für das Einschnurssystem angegeben, die gewünschte Leitung geprüft und dann die Verbindung ausgeführt. Zur Erleichterung des Betriebes ist jede Leitung an dem Umschalter, wo sie auf Rufzeichen liegt, sowohl über die gewöhnliche Verbindungsklinke, wie über eine besondere Abfrageklinke geführt. Beim Zweischnurssystem reicht man also mit einer Zahl Stöpselschnüre aus, die wesentlich geringer ist, als die Zahl der Teilnehmerleitungen.

Je nach der Größe der Vermittlungsanstalt gelangen Umschalteschränke kleiner Form (für höchstens 4800 Teilnehmerleitungen), und Schrank- und Tischumschalter großer Form zur Aufstellung.

Die Vielfachumschalter in Schrankform besitzen 1 oder 3 Arbeitsplätze, von denen jeder für 100, 200 oder für 300 Teilnehmerleitungen eingerichtet ist; manchmal werden die Plätze für 200 oder 300 Leitungen nicht vollständig mit Anrufvorrichtungen besetzt. Die Tischumschalter haben beiderseits drei Arbeitsplätze, für 100 oder 200 Leitungen. Die Aufnahmefähigkeit der neuesten Vielfachumschalter ist auf 20 000 Klinken gebracht.

Im Hinblick auf die Durchführung des Doppelleitungsbetriebes beschafft die Reichs-Telegraphenverwaltung nur noch Vielfachumschalter für Doppelleitungen, deren Einrichtung aber so getroffen ist, daß sie sich in der Übergangszeit auch für den Einzelleitungsbetrieb benutzen lassen.

Für den Verkehr auf den Stadt- und Vororts-Verbindungsleitungen werden besondere Umschaltetafeln in Schrank- oder Tischform gebaut, die nur 50 oder 100 Anrufklappen enthalten.

Soweit die Klappenschränke nur zur Aufnahme von Verbindungsleitungen zwischen verschiedenen Ortsfernsprechnetzen bestimmt sind, heißen sie Fernschränke. Sie sind dann in der Regel für 2, 4 oder 8 Doppelleitungen eingerichtet und ermöglichen die Verbindung der Fernleitungen sowohl untereinander, wie mit Teilnehmeranschlüssen. Man unterscheidet zwischen Fernschränken großer und kleiner Form. Bei einzelnen Vermittlungsanstalten kommen auch Fernumschalter in Tischform zur Anwendung, die 8 und 16 Fernleitungen aufzunehmen vermögen. Um die Fernleitungen mit den Apparatsystemen oder untereinander oder mit einem Meßsystem zu verbinden, dienen Klinkenumschalter.

Beim Orts-Vermittlungsamt führen die von den Fernschränken oder Ferntischen kommenden Verbindungsleitungen an sog. Vorschaltetafeln in Schrank- oder Tischform, deren Klinken für sämtliche Teilnehmerleitungen mit Unterbrechungskontakten ausgerüstet sind, sodaß die Gesprächsverbindungen zwischen Fernleitungen und Anschlußleitungen unter Ausschaltung der übrigen Vielfachumschalter des Ortsamtes bewerkstelligt werden können.

Die Anmeldung der vom Orte ausgehenden Gespräche wird bei den großen Fernämtern an besonderen Meldetischen zu 4 oder 6 Arbeitsplätzen entgegengenommen, die mit dem Ortsamt durch 8, 12 oder 18 Meldeleitungen verbunden sind. An Stelle der Anruf- und Schlußklappen gelangen bei den Einrichtungen dieser Art jetzt vielfach Glühlampen zur Anwendung.

Die älteren Klappenschränke kleiner Form bis zu 20 Leitungen (auch der Fernschrank kleiner Form) werden an der Wand befestigt; alle anderen Arten, auch die neuen Schränke zu 3, 5, 10 und 20 Leitungen, sind frei aufzustellen. Bei Anstalten mit tischförmigen Vielfachumschaltern und solchen mit großen Schrankumschaltern der neuen Systeme ist die Herstellung eines doppelten Fußbodens, unter Umständen eines Zwischengeschosses, zur Unterbringung der Eisengestelle für die Umschaltetafeln und die Kabel erforderlich. Bei Glühlampensignalisierung können in dem Zwischengeschosß auch die Relaischränke aufgestellt werden.

Dienstleistungsbetrieb. Wenn zur Herstellung einer Verbindung mehrere Beamte zusammenwirken müssen, weist man ihnen zur

gegenseitigen Verständigung Dienstleitungen zu. Diese werden zwischen die Abfrageapparate gelegt und können ohne besondere Rufeinrichtung benutzt werden. Der rufende Beamte drückt die Dienstleitungstaste (z. B. DT in Fig. 340d), um sogleich mit dem gewünschten Beamten sprechen zu können; er hat nur aufzumerken, ob nicht schon in der Leitung gesprochen wird. Der rufende Beamte nennt in der Dienstleitung die Nummer des gewünschten Teilnehmers, der gerufene gibt die Nummer der zu benutzenden Verbindungsleitung zurück. Zuzeiten schwächeren Verkehrs schaltet der zu rufende Beamte seinen Abfrageapparat von der Leitung ab, dafür aber ein Dienstrelais mit Dienstlampe an (vgl. DR und DL in Fig. 369).

Zentralbatterie. Die älteren Fernsprechnetze waren durchweg mit Fernsprechgehäusen ausgerüstet, die ihre eigenen Stromquellen besaßen; die kleineren Netze werden auch jetzt noch so gebaut. Diese Gehäuse werden in Fig. 305 bis 307 dargestellt; sie enthalten zum Anruf einen Induktor und als Mikrophonstromquelle eine kleine Batterie aus zwei Trockenelementen.

Die Stromquellen bei den Teilnehmern verursachen fortgesetzt Störungen. Die Bauart und Einschaltung des Induktors ist nicht einfach genug; die Trockenelemente ändern ihre Spannung im Betrieb allmählich, nach längerem Schluß stärker; nach einiger Zeit, die sich nicht vorher bestimmen läßt, versagt die Batterie. Das Auswechseln der Batterie ist kostspielig. Auch die Beschaffung der beiden Stromquellen verursacht große Kosten.

Vereinigt man die nötigen Stromquellen auf dem Amt, so fallen zunächst die Störungen, die mit den Stromquellen zusammenhängen, bei den Teilnehmern weg. Aber auch die Beschaffungs- und Bedienungskosten werden weit geringer; statt mehrerer tausend Induktoren und Trockenelemente werden einige Sammlerbatterien nebst Ladevorrichtung (vgl. Seite 87 u. f.) aufgestellt, die weniger als jene kosten, bequem zu übersehen und verhältnismäßig einfach zu bedienen und instand zu halten sind.

Zentral-Mikrophonbatterie. Zunächst fiel nur die Mikrophonbatterie beim Teilnehmer weg, der Induktor blieb. Derart ist der Vielfachumschalter von Siemens & Halske (Seite 449) eingerichtet; das zugehörige Gehäuse zeigt Fig. 308b. Der Anruf erfolgt also wie bei den älteren Umschaltern.

Die Batterie ZB, von der alle Verbindungsschnüre ausgehen, ist demnach auch allen ausgeführten Verbindungen gemeinsam.

Dies würde zu allgemeinem Mitsprechen führen. Aber einmal ist der Widerstand der Batterie ZB sehr klein, und dann wirken die beiden Drosselspulen g_I und g_{II} als Absperrung gegen die rasch wechselnden Sprechströme. Diese nehmen ihren Weg von einem Teilnehmer zum andern fast nur über die in Fig. 362 wagrecht gezeichneten Verbindungsdrähte zwischen den Stöpseln AS und VS. Wenn letztere Verbindung für Gleichstrom gesperrt werden muß, fügt man einen Kondensator ein (K in Fig. 367), welcher die Sprechströme ungehindert durchläßt.

ZB-Mikrophon. Bei den ZB-Schaltungen liegt das Mikrophon in der Anschlußleitung (vgl. Fig. 308d und 309c); die Änderungen des Mikrophonwiderstandes sind mit dem hohen Widerstande der Leitung und der eingeschalteten Relais (z. B. SR in Fig. 367) zu vergleichen. Damit die Stromänderungen genügend groß werden, muß ein Mikrophon gewählt werden, dessen Widerstandsänderungen groß sind; diese Bedingung wird von den Kohlengrasmusmikrophonen erfüllt, die 100 Ohm und noch größere Widerstände besitzen. Ein endgültiges Muster solcher Mikrophone ist noch nicht gefunden; vielmehr werden noch mehrere verschiedene davon erprobt. Diese unterscheiden sich in den Hauptteilen ihres Aufbaus nicht wesentlich von den auf Seite 347 u. f. abgebildeten und beschriebenen Kohlenkörnermikrophonen.

Zentral-Anrufbatterie. Wenn die Zentralbatterie auch zum Anruf dienen soll, benutzt man beim Teilnehmer eine Schaltung, welche bei angehängtem Fernhörer die beiden Zweige der Leitung für Gleichstrom von einander trennt, Fig. 308c und Fig. 309c; die Leitungszweige werden durch eine Brücke verbunden, welche den Wecker und einen Satz Polarisationszellen oder einen Kondensator enthält und den Wechselstrom eines Induktors (Anruf) durchläßt. Wird der Fernhörer vom Haken genommen (in Fig. 309c schließt sich hierbei der Ausschalter H), so fließt sogleich der Strom der Zentralbatterie nach der Teilnehmerstelle. Dieser abgehende Strom erregt auf dem Amt ein Relais, welches den Stromkreis einer kleinen Glühlampe schließt; der Vorgang wird auf Seite 456 genauer beschrieben.

Die neuen großen Ämter werden jetzt durchweg nach dem Zentralbatteriesystem eingerichtet, wobei die Teilnehmer keine Stromquelle bekommen. Der Teilnehmer ruft, indem er den Fernhörer vom Haken nimmt, und gibt das Schlußzeichen, indem er ihn wieder anhängt; weitere Handgriffe hat er nicht auszuführen.

Umschaltegestell. Zwischen der Leitungseinführung und den Klappenschränken oder Umschalttischen wird zur Erleichterung von Verlegungen bei den größeren und mittleren Vermittlungsanstalten ein eisernes Umschaltegestell eingeschaltet, das in vielen Fällen zugleich zur Unterbringung der Blitzableiter und Grobsicherungen dient, falls zu deren Aufstellung kein der Einführung näher gelegener Raum vorhanden ist.

Die Umschaltegestelle werden gewöhnlich auf rechteckigem Grundriß aus Rohrständern und Flacheisenschienen zusammengesetzt. Auf der einen Breitseite trägt das Gestell die erforderliche Anzahl von Isolierleisten mit den Klemmen für die Anschlußleitungen, auf der andern Seite die Klemmenleisten für die Apparat-zuführungen. Zur Verbindung der beiden Klemmengruppen dienen gut isolierte Zimmerleitungsdrähte.

Für größere Ämter sind auch Gestelle in Laubenform aus zwei parallelen Reihen von Rohrständern gebaut worden, die durch Flacheisenbügel miteinander verbunden sind und auf Eisenschienen an beiden Außenseiten Hartgummileisten mit Klemmen für die Außenleitungen und für die nach den Vielfachumschaltern führenden Systemkabel tragen, auf den beiden Innenseiten aber mit wagerechten und senkrechten Eisenbügeln (Ösen) besetzt sind, in denen die zwischen den beiden Klemmengruppen die wechselnde Verbindung bildenden „Rangierdrähte“ verlaufen. In den wagerechten Ösen steigen die Rangierdrähte in die Höhe und gelangen nötigenfalls auf das Laubendach, um über dieses hinweg nach der zweiten Gestellseite überzutreten. In den senkrechten Ösen, die mit den wagerechten nicht in der nämlichen Ebene liegen dürfen, verlaufen die Drähte in der Längsrichtung des Gestells.

Statt der Klemmenleisten für die Außenleitungen sind in Ortsfernsprechnetzen mit vorzugsweise unterirdischer Leitungsführung auch wohl die zum Abschlusse der Kabel dienenden Kastenendverschlüsse am untern Teil des Umschaltegestells befestigt, während am obern Teil sich die Klemmenleisten für die Apparat-zuführung befinden. Bei Vermittlungsanstalten kleineren Umfanges können zur Aufnahme der Klemmenleisten Flacheisenbügel an den Wänden befestigt werden.

Neuerdings kommen für große Vermittlungsanstalten Umschaltegestelle in Aufnahme, die auf rechteckigem Grundriß aus Winkel- und Flacheisen gebaut sind und auf einer Seite senkrechte

Lötösen- oder Feinsicherungsleisten für die Außenkabel und auf der anderen Seite wagerechte Lötösenleisten für die Systemkabel tragen (vergl. Fig. 317b). Dieses nach amerikanischen Vorbildern gebaute Gestell zeichnet sich durch große Einfachheit und Übersichtlichkeit aus und erleichtert das Auslegen neuer und das Verfolgen ausgelegter Rangierdrähte. Ein von der Außenkabelseite abgehender Draht wird in gerader Linie bis zu dem Ringe gezogen, der auf die wagerechte Schienenebene führt, an deren Rande die gewünschte Systemkabelleiste und -Lötöse sitzt. Jeder Rangierdraht braucht also bei einfachen in gerader Linie errichteten Gestellen immer nur einmal durch einen Ring gesteckt zu werden. Selbstverständlich steht nichts im Wege, mehrere solche

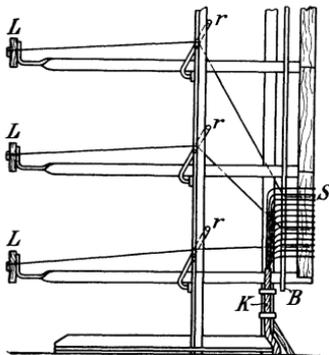


Fig. 317 b.
Umschaltegestell.

Umschaltegestelle auch im Winkel oder parallel zueinander zu errichten und sie, soweit nötig, durch eine einfache Brücken- (Lauben-)konstruktion miteinander zu verbinden.

Haupt- und Nebenanschlüsse.

Die Anschlußleitung eines Teilnehmers nebst der Sprechstelle bildet den Fernsprechanschluß. Mit jedem Anschluß dürfen noch bis zu fünf Sprechstellen durch Umschalter verbunden werden. Die mit dem Umschalter ausgestattete Stelle heißt Hauptstelle und die Anschluß-

leitung mitsamt der Hauptstelle Hauptanschluß; die übrigen fünf Stellen nennt man Nebenstellen und, will man die Zuleitungen zur Hauptstelle mitbegreifen, Nebenanschlüsse. Nach den „Bestimmungen über Fernsprechnebenanschlüsse“ vom 31. Januar 1900 kann jeder Teilnehmer auf dem Grundstück seines Hauptanschlusses für sich Nebenstellen anlegen lassen. Zahlt er die gesetzliche Bauschgebühr, so kann er auch für andere Personen sowohl auf dem Grundstück seines Hauptanschlusses, als auch auf anderen Grundstücken Nebenstellen errichten. Die Nebenstellen auf dem Grundstück des Hauptanschlusses darf der Teilnehmer auch durch Privatunternehmer herstellen und unterhalten lassen.

Als Umschalteinrichtungen bei den Hauptstellen sind im allgemeinen die gleichen brauchbar, wie für kleinere Vermittlungs-

ämter. Sie werden indes mit Rücksicht auf das meist ungeübte Bedienungspersonal möglichst vereinfacht. Die wesentlichsten an sie gestellten Anforderungen sind folgende: Spricht die Hauptstelle nach dem Amte, so muß das Anhängen des Hörers genügen, um das Schlußzeichen zu geben. Wird die Trennung der Verbindung unterlassen, so muß gleichwohl auf der Hauptstelle in der Amtsleitung ein Anrufzeichen (Anrufklappe, Anrufrelais, Wecker) eingeschaltet bleiben. Meist wird dies Zeichen in Brücke zwischen den a- und b-Zweig der Hauptanschlußleitung gelegt. Wenn eine Nebenstelle mit dem Amte verbunden wird, so soll das Schlußzeichen lediglich von dem Anhängen des Hörers bei der Nebenstelle abhängig gemacht werden, damit Nachlässigkeiten in der Bedienung der Hauptstelle nicht die pünktliche Trennung der Gesprächsverbindung im Amte beeinträchtigen. Ferner muß dafür gesorgt sein, daß beim Bestehen einer Verbindung zwischen dem Amte und der Hauptstelle, diese nötigenfalls imstande ist, mit einer Nebenstelle zu sprechen, ohne daß während dessen oder während der Umschaltung des Sprechapparats das Schlußzeichen auf dem Amte erscheint und zur vorzeitigen Aufhebung der Gesprächsverbindung führt. Diesem Erfordernis wird z. B. dadurch genügt, daß in die Amtsleitung als Ersatz für den umzuschaltenden Sprechapparat eine Drosselspule oder eine Stromsperre (Kondensator, Polarisationszellen) je nach der Art des auf dem Amte eingeführten Schlußzeichensystems eingeschaltet wird.

Wenn die Nebenstellenanlage von einem Privat-Unternehmer hergestellt wird, so treten vorstehenden Bedingungen noch folgende weitere hinzu, die einen guten Gesamtbetrieb des Fernsprechnetzes gewährleisten und zugleich die Anschaltung von nicht angemeldeten und daher auch nicht mit Gebühren belegten Privatsprechstellen verhindern sollen.

Die anzuwendende Schaltung wird vom Reichs-Postamt geprüft. Es werden nur solche Schaltungen zugelassen, bei denen weder durch die gewöhnlichen Handgriffe noch durch besondere Hilfsmittel (Stöpsel, Schnüre, Buchsen u. s. w.) verbotene Verbindungen an den Umschalteschränken hergestellt werden können. Demgemäß müssen sämtliche Zuführungsklemmen innerhalb der Umschalter (Klappenschränke, Zwischenstellenumschalter u. s. w.) und der zum Verkehr mit dem Amte bestimmten Sprechapparate liegen, und die Schaltvorrichtungen (Klinken, Hebelfedern u. s. w.) müssen so

in die Umschalteschränke und Kasten eingebaut werden, daß leitende Teile des Hauptanschlusses von außen nicht zugänglich sind. Die Schränke und Kasten sind ferner derart zu verschließen, daß Änderungen in der Schaltungsweise usw. ohne Aufbrechen des Behälters nicht unbemerkt vorgenommen werden können.

Damit geprüft werden kann, ob ein Fehler in der Privatanlage oder in dem Hauptanschlusse liegt, darf erstere nur mittels eines Umschalters Va an die Amtsleitung angeschlossen werden,

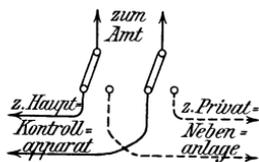


Fig. 317 c.

Umschaltung für Nebenstellen.

und zwar nur nach nebenstehendem Schema. Den Umschalter Va liefert und bringt an die R. T. V., und zwar für Rechnung des Inhabers der Privat-Nebenanlage. Sind Nebenstellen und Privat-(Haus-)stellen zu einem Betriebe vereinigt, so hat der Teilnehmer die Umschaltevorrichtungen (Klappenschränke, Zwischenstellenumschalter u. s. w.) — mit alleiniger Ausnahme des „Kontrollschalters“ — zu beschaffen; auf diese Umschaltevorrichtungen werden auch etwaige von der R. T. V. hergestellte Nebenanschlüsse geschaltet. Auf reichseigene Klappenschränke dürfen dagegen keine von Privatunternehmern hergestellten Nebenanschlüsse gelegt werden.

An die Apparate der Privat-Nebenstellenanlagen werden im wesentlichen die gleichen Anforderungen gestellt, wie an die von der R. T. V. selbst gelieferten. Sie müssen aus gutem Material, gediegen und sorgfältig gebaut sein. Die Schaltung der Gehäuse soll möglichst mit derjenigen der reichseigenen übereinstimmen. In Netzen mit Induktoranruf ist Wechselstrom von nicht unter 30 und nicht über 40 Volt zu benutzen; in Netzen mit selbsttätigem Anruf (mit zentraler Amtsbatterie) muß dafür gesorgt sein, daß Induktorstrom, der etwa in der Nebenanlage benutzt wird, nicht nach dem Amte gelangen kann. Für die Mikrophone der Privat-Nebenstellen darf der Strom einer zentralen Amtsbatterie nicht mitbenutzt werden; jedoch darf er durch Drosselspulen, Übertragerwickelungen usw. seinen Weg nehmen, wenn es für die Schlußzeichengabe nötig wird. Als Wecker dürfen im Verkehr mit dem Amte nur polarisierte (von 300 Ohm Widerstand) Anwendung finden; Gleichstromwecker sind hierfür unzulässig.

Dreiundzwanzigster Abschnitt.

Einfachumschalter.

Klappenschränke älterer Art zu 50 Einzelleitungen (Fig. 318). Das schrankartige Gehäuse ist durch Querleisten in

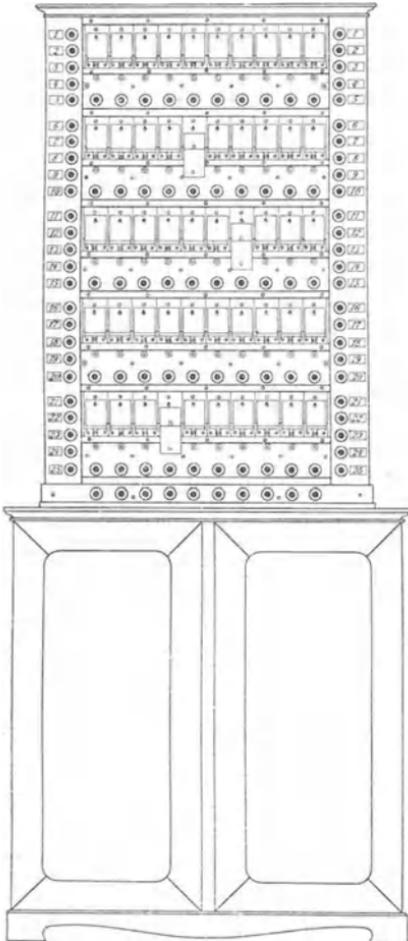


Fig. 318.

Klappenschränk alter Art zu 50 Einzelleitungen.

Klappe festgehalten, beim Anziehen des Ankers aber losgelassen wird und herabfällt. Der hufeisenförmige Kern des mit der Ab-

5 Fächer zu je 10 Klappen eingeteilt. Vorn ist jedes Klappensystem (Fig. 319) durch die Nummernscheibe P abgeschlossen, die aber verdeckt wird durch eine um ein unteres Lager bewegliche

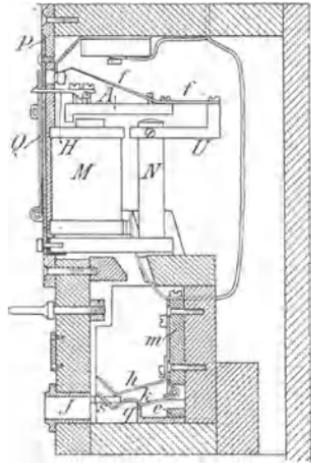


Fig. 319.

Klappensystem.

Klappe Q. In dieser und der Nummernscheibe befindet sich oben ein kleiner Einschnitt, durch den ein mit dem Elektromagnetanker A verbundenes Häkchen H leicht federnd greift, sodaß im Ruhezustande die

schlußplatte verschraubten Elektromagnets besitzt nur auf dem vordern Schenkel eine Elektromagnetrolle M; der hintere N trägt einen Messingwinkel U, an dessen senkrechtem Arm der Anker mit einer Blattfeder f befestigt ist. Um die Spannung dieser Feder und damit die Empfindlichkeit der Klappe von außen regeln zu können, ist die Blattfeder nach der Vorderseite des Apparats verlängert und legt sich mit ihrem aufgebogenen Ende auf ein ovales Stahlstück, das auf einem drehbaren Stifte sitzt und je nach seiner Lage die Entfernung des Ankers vom Kern vergrößert oder verkleinert.

Die Elektromagnetspule besitzt etwa 4200 Umwindungen eines mit Seide umspunnenen Kupferdrahts von 0,25 mm Durchmesser; ihr Widerstand beträgt etwa 140 Ohm. Die Enden der Umwindungsdrähte liegen an kleinen, auf der Rückseite des Grundbrettchens befestigten Messingschienen, die sich beim Einschieben des Klappensystems in den Rahmen wider federnde, mit Schienen (wovon die Figur eine, m, zeigt) verschraubte Messingspangen legen. Am unteren Ende der schmaleren, mit der Leitungsklemme verbundenen Schiene ist eine Blattfeder h angebracht, die wider einen auf der Klinkenhülse J eingeschraubten Messingstift s drückt; das gabelförmige Ende der breiteren Schiene m dient als Lager für die federnde Klinke k, deren winkelförmiges Auflager q mit der gemeinsamen Erdschiene e verbunden ist. Beim Herabfallen trifft die Klappe auf einen Anschlagstift und schließt dadurch den Stromkreis eines Weckers, der aber gewöhnlich nur während der Dienstpausen eingeschaltet ist.

Die Seitenteile des Rahmens enthalten je 25 und der untere Teil 10 abgesonderte Klinken, die ebenso wie die Klappenelektromagnete mit Klemmen auf der Decke des Schrankes in Verbindung stehen. An die untersten Seitenklinken beiderseits werden die Abfrageapparate angeschlossen; die übrigen seitlichen Klinken sind zu Verbindungen zwischen den verschiedenen Klappenschränken des nämlichen Vermittelungsamts bestimmt, während die unteren Klinken für sonstige Zwecke, z. B. zur Verbindung mit einer anderen Vermittelungsanstalt benutzt werden können.

Zur Herstellung der Verbindungen (vgl. Fig. 320) dienen Stöpselschnüre, die als Leiter eine umklöppelte Lahnlitze enthalten und in zwei nach Form und Farbe verschiedene Stöpsel endigen; der eine ist schwarz und rund, der andere rot und kantig. Die Spitzen

der Stöpsel heben beim Einsetzen in die Klinkenöffnungen die mit den Elektromagnetrollen verbundenen Klinkenfedern von der Erdschiene ab und stellen zwischen ihnen die leitende Verbindung her, so daß die Teilnehmer miteinander sprechen können. Auf den Griff des schwarzen Stöpsels ist ein mit dem Metallkörper des Stifts verbundener Messingring aufgeschoben, der über die Klinkenhülse unmittelbar mit der Leitung in Verbindung tritt und den zugehörigen Klappenelektromagnet kurz schließt. Durch diese Einrichtung wird erreicht, daß in jeder Sprechverbindung immer nur eine Klappe zur Aufnahme des Schlußzeichens eingeschaltet bleibt. Beim Fallen einer Klappe hat der Beamte des Vermittlungsamts zunächst durch Einsetzen des roten Stöpsels einer Ver-

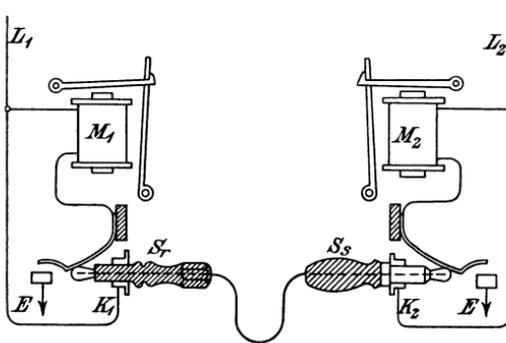


Fig. 320.

Verbindung zweier Anschlußleitungen.

bindungsschnur in die unterhalb gelegene Klinke und des schwarzen Stöpsels in die unterste Seitenklinke den Abfrageapparat einzuschalten und festzustellen, welche Verbindung gewünscht wird; dann ist nach der Aufforderung „Bitte rufen“ der schwarze Stöpsel in die Klinke der verlangten Leitung (unter Umständen mit Hilfe einer Zwischenverbindung von Schrank zu Schrank) umzusetzen und nach Durchgang des Anrufs die gefallene Klappe wieder aufzurichten. Fällt die Klappe nach beendetem Gespräch wieder ab, so entfernt der Beamte die Stöpselschnur. Bleibt das Schlußzeichen ungewöhnlich lange aus, so wird mit dem Kontroll-Fernhörer, einem einerseits an Erde liegenden, andererseits mit einer einfachen Stöpselschnur verbundenen Fernhörer, festgestellt, ob die verbundenen Teilnehmer noch miteinander sprechen. Dies geschieht

durch Berührung des Messingsrings oder der Klinkenhülse am schwarzen Stöpsel mit der Spitze des Kontrollstöpsels, wobei der Kontroll-Fernhörer als Nebenschließung an die Sprechverbindung gelegt wird. Sind die Fernhörer der Teilnehmer noch nicht wieder angehängt, so bewirkt das bei den Sprechstellen eingeschaltete Kontrollelement im Kontroll-Fernhörer ein knackendes Geräusch.

Die Klappenschränke zu 5 und 10 Einzelleitungen sind ähnlich eingerichtet; nur fallen die besonderen Klinken fort.

Schaltung von Fernleitungen auf Klappenschränke älterer Bauart für Einzelleitungsbetrieb. Sollen auf Klappenschränke alter Art außer Anschlüssen auch Verbindungsleitungen gelegt werden, so gestaltet sich die Einrichtung verschieden, je nachdem es sich um Einzelleitungen oder Doppelleitungen handelt. Im ersten Fall ist die Leitung zweckmäßig zunächst an eine der unteren 10 Klinken und vom Auflager der Klinke (unter Lösung der Erdverbindung an der zugehörigen Klemme) an die darüber liegende Klappe zu führen. Zwischen die beiden Klemmen der benutzten Klinke wird eine Induktanzrolle von 500 Ohm Widerstand geschaltet.

Solange in der Klinke kein Stöpsel steckt, ist die Induktanzrolle kurz geschlossen, wird also von einem in der Verbindungsleitung ankommenden Strom nicht durchflossen. Soll eine Teilnehmerleitung mit der Fernleitung verbunden werden, so geschieht dies mit Hilfe einer gewöhnlichen Stöpselschnur, deren roter Stöpsel in die besondere Fernleitungsklinke, der schwarze in die Klinke der Teilnehmerleitung einzusetzen ist. Induktanzrolle und Klappe liegen dabei im Nebenschluß.

Für die Heranführung einer Doppelleitung bedient man sich in der Regel der in Fig. 321 dargestellten Schaltung. Die Drähte der Fernschleife endigen an einer Doppeltaste D T, deren Arbeitskontakte mit den Polen der Weckbatterie F B verbunden sind; in ihrer Ruhelage sind entweder die Klappen (41 u. 42) oder, nach Umlegung des Kurbelumschalters U, die sekundären Windungen des Induktionsübertragers J eingeschaltet, dessen primäre Windungen in den Klinken I und II endigen. An Stelle der Klappen läßt sich mittels zweier Stöpselschnüre ein Wecker W in die Schleife legen.

Um das für den Ortsverkehr verwendete Abfragegehäuse auch im Fernverkehr benutzen zu können, ist ein Kontrollstöpsel K mit

einfacher Leitungsschnur über (die am Boden des Gehäuses angebrachte Klemme und) eine Induktanzrolle g an den Hörerkreis angeschlossen. Die Erdklemme des Gehäuses bleibt dabei isoliert, die Kontrollklemme C dagegen wird über die seitliche Klinke 24 an Erde gelegt und der Körper des Hakenumschalters (Leitungsklemme L) über eine Doppeltaste DT_1 mit der Abfrageklinke 25 verbunden. Durch Einsetzen einer gewöhnlichen Stöpselschnur in

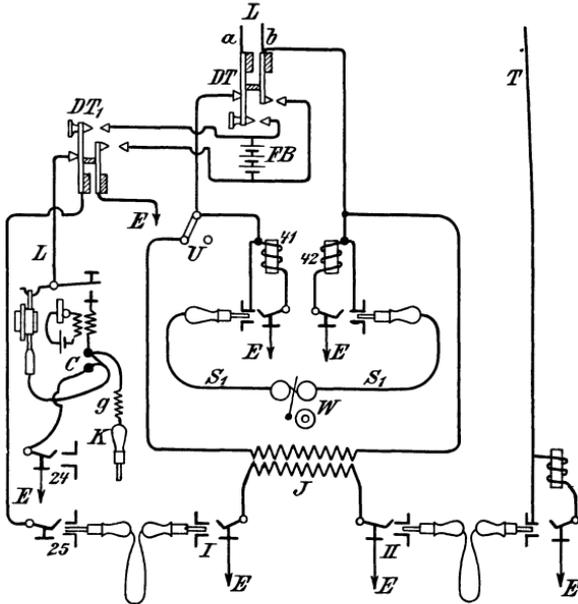


Fig. 321.

Schaltung einer Verbindungs-Doppelleitung auf einen Klappenschrank älterer Art.

die Klinke 25 und I läßt sich das Abfragegehäuse an die primäre Wickelung des Übertragers legen. Ist in dieser Stellung abgefragt, so wird der schwarze Stöpsel einer zweiten Stöpselschnur in die Klinke der verlangten Leitung T , der rote Stöpsel in Klinke II gesteckt und mit der Taste oder Induktorkurbel des Abfragegehäuses angerufen. Sobald das Gespräch im Gange ist, entfernt man den Abfragestöpsel aus I . Der Anruf nach außerhalb geschieht durch Niederdrücken der Doppeltaste DT .

Klappenschrank alter Art zu 50 Leitungen, für den Doppelleitungsbetrieb abgeändert (M. 1900). (Fig. 322.) Die Klappenschränke alter Art zu 50 Einzelleitungen werden nach

und nach aus dem Betriebe zurückgezogen und für den Doppel-
leitungsbetrieb umgebaut, doch so, daß sie in der Übergangszeit
auch zur Anschaltung von Einzelleitungen weiter benutzt werden
und zwei Fernleitungen aufnehmen können. Sie behalten dabei
ihre 50 Anrufklappen von je 150 Ohm und 50 Teilnehmer-
klinken; dagegen sind die seitlichen Klinken beiderseits auf je
10 vermindert, wovon 8 (Ks) zur Verbindung mit Nachbarschränken
und 2 als Vorschaltklinken (Ka) für die Fernleitungen dienen.

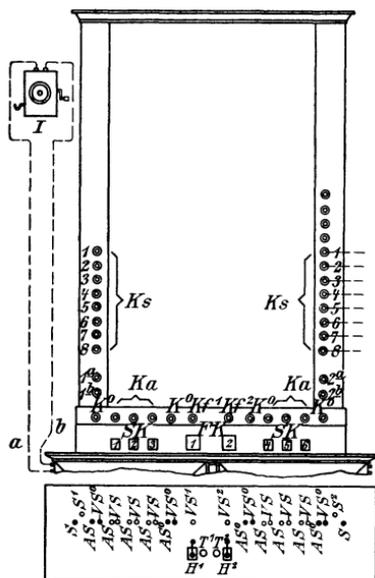


Fig. 322.

Für den Doppelleitungsbetrieb abgeänderter
Klappenschrank alter Art (M. 1900).

Einige leere Klinken sind zur
Aufbewahrung von Stöpseln be-
stimmt. Die untere Reihe ent-
hält 12 Klinken: in der Mitte
2 Fernklinken (Kf), rechts und
links davon je 5 Kontroll-
klinken (Ko). Unterhalb dieser
Klinkenreihe sind 8 neue
Klappen angeordnet, und zwar
in der Mitte die 2 Fernleitungs-
klappen (FK) mit je 1500 Ohm,
zu beiden Seiten je 3 Schluß-
klappen (SK) mit je 600 Ohm.
Für den Betrieb von Sp-Lei-
tungen mit nebeneinander ge-
schalteten Sprechstellen sind die
Klappen 41 bis 50 zu benutzen,
denen ein die Rufzeichen
wiedergebender Wechselstrom-
wecker Sp (mit 1500 Ohm Wider-
stand) vorzuschalten ist.

Auf dem wagrechten Stöpselbrett befinden sich in der Mitte
die Hilfsapparate für den Fernbetrieb: die beiden Fernleitungs-
stöpsel VS¹ VS², davor 2 Doppeltasten T¹ T² und 2 Knebel-
umschalter H¹ H²; rechts und links davon je 3 Paar rote (AS, VS)
und 2 Paar schwarze (AS⁰, VS⁰) Stöpsel mit doppeladrigen
Leitungsschnüren, zwischen welche bei den roten je eine Klinke
und eine Schlußklappe, bei den schwarzen nur eine Klinke als
Brücke geschaltet ist. Ferner je ein schwarzer und ein roter
Einzelstöpsel, gleichfalls mit zweiadrigen Schnüren (alle Stöpsel
sind zweiteilig), der schwarze (S) mit dem Abfrageapparat, der

rote (S^2) mit der Vorschaltklinke der Fernleitung verbunden, die in Tätigkeit tritt, wenn in Störungsfällen die Fernverbindung als Einzelleitung betrieben werden soll. Die roten Stöpselpaare dienen zur Verbindung der Teilnehmerleitungen untereinander, die schwarzen zur Aushilfe bei Benutzung der seitlichen Klinken.

Die Schaltung der Teilnehmerleitungen zeigt Fig. 323.

Die Schaltung der Fernleitungen ergibt sich aus Fig. 324. Die beiden Drähte jeder Schleife führen über die Vorschaltklinken zu den zweiteiligen Stöpseln $S^1 S^2$ und von da über die Doppeltasten $T^1 T^2$ zu den Knebelumschaltern $H^1 H^2$, mittels deren die Induktionsübertrager $Ue^1 Ue^2$ ein- und ausgeschaltet werden.

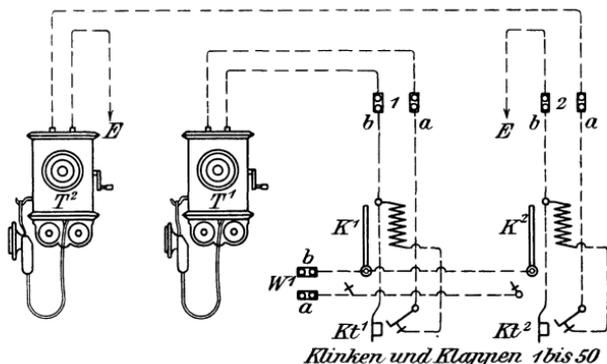


Fig. 323.

Schaltung der Teilnehmerleitungen auf den Klappenschränk (M. 1900).

Am Knebelumschalter liegen auch die Verbindungsstöpsel $VS^1 VS^2$; dazwischen in der Brücke die Fernklappen $FK^1 FK^2$ und Fernklinken $Kf^1 Kf^2$. PZ^1 und PZ^2 sind je 4 Polarisationszellen, welche wohl die Sprechströme, aber nicht die gleichgerichteten Weckströme durchlassen, sodaß die Fernklappe auch dann noch sicher abfällt, wenn sie parallel zum Induktionsübertrager geschaltet ist. Der Abfrageapparat ist nach Fig. 315 eingerichtet.

Die übrigen Teile sind nach dem vorher Gesagten bekannt; auch wickelt sich der Betrieb in der gewöhnlichen Weise ab. In Ortsverbindungen bleibt die Schlußklappe SK des benutzten roten Stöpselpaares als Brücke oder Abzweigung eingeschaltet; kontrolliert wird mit dem Hörer des Abfrageapparates nach Einsetzung des Abfragestöpsels S in die Klinke Ka .

Fällt eine Fernleitungsclappe, etwa FK^1 , so wird durch Einführung des Stöpsels S in die Fernleitungsklinke Kf^1 das Abfragegehäuse eingeschaltet und bei dessen Benutzung der Hebel des Fernhörers niedergedrückt. Die gewünschte Verbindung ist verschieden auszuführen, je nachdem ein mit Einzelleitung oder mit Doppelleitung angeschlossener Teilnehmer verlangt wird. Im ersten Fall muß jedesmal der Induktionsübertrager miteingeschaltet

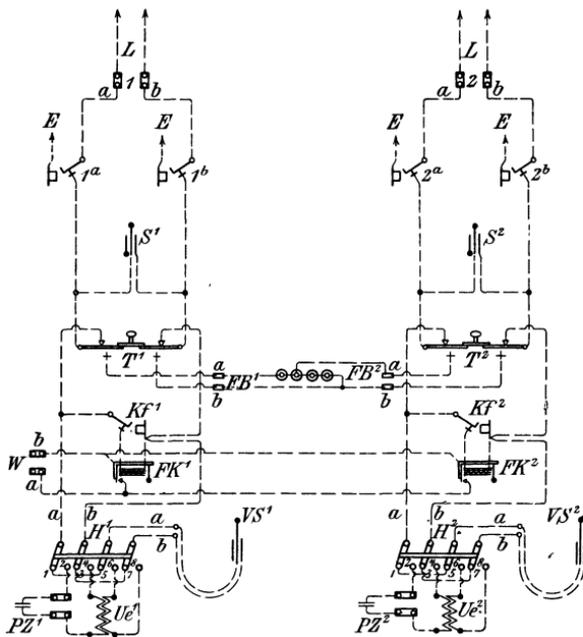


Fig. 324.

Schaltung der Fernleitungen auf den Klappenschrank (M. 1900).

werden, im zweiten nur dann, wenn sich bei der unmittelbaren Verbindung beider Doppelleitungen Erdgeräusch bemerkbar macht.

Klappenschränke zu 5, 10 und 20 Doppelleitungen (M. 99).

In diesen Klappenschränken geschieht die Verbindung der Leitungen untereinander oder mit den Abfrageapparaten in ähnlicher Weise wie bei den Umschaltern I für Telegraphenzwecke lediglich durch Stöpselung; Leitungsschnüre sind dazu unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht erforderlich.

Fig. 325 gibt die Vorderansicht eines Klappenschranks für 10 Doppelleitungen, Fig. 326 die Stromlaufzeichnung eines Schrankes für 20 Doppelleitungen mit 2 Fernleitungssystemen. Unterhalb der Klappen K, die einen Widerstand von 600 Ohm besitzen, sind 5 wagerechte Klinkenreihen angeordnet, die oberste mit 12, die beiden unteren mit je 11 Klinken, alle vierteilig und durch feste Drahtverbindungen in das Schaltungsschema eingefügt. Die Stöpsel sind zweiteilig; der Schaft besteht aus zwei hintereinander liegenden, durch ein ringförmiges Zwischenstück voneinander isolierten Teilen, die beim Einsetzen in die Klinke je zwei gegenüberliegende Federn in leitende Verbindung bringen.

In der obersten Reihe sind die Klinken gewöhnlich mit Stöpseln besetzt, um die Klappen in die Anschlußleitungen einzuschalten. Die W-Klinken dienen zum Einschalten von Weckern, die a-Klinken der unteren Reihen, die während der Ruhe stets gestöpselt sind, zum Anlegen des Abfrageapparats. Beim Klappenfall

ist demnach der Stöpsel der rufenden Leitung jeweils aus der obersten Reihe in eine der folgenden einzusetzen. Die Verbindung der Teilnehmer untereinander geschieht durch Stöpselung der entsprechenden Klinken in einer unteren Querreihe, wobei der Stöpsel aus der Abfrageklinke zu entfernen ist, während die Klappe des gerufenen Teilnehmers eingeschaltet bleibt.

Fernleitungssysteme zu kleinen Klappenschränken. Um die Klappenschränke zu 5, 10 und 20 Doppelleitungen auch für den Fernverkehr nutzbar zu machen, werden ihnen Zusatzkästchen (Fig. 327) zu 2 oder 3 Fernleitungen beigegeben, die für jedes Fernleitungssystem je eine Fernklappe mit 1500 Ohm, eine Schlußklappe mit 600 Ohm, eine Batterie-Doppeltaste und 6 Klinken verschiedener Art von der aus Fig. 326 ersichtlichen Einrichtung enthalten. Jedes System ist durch zwei Drähte mit

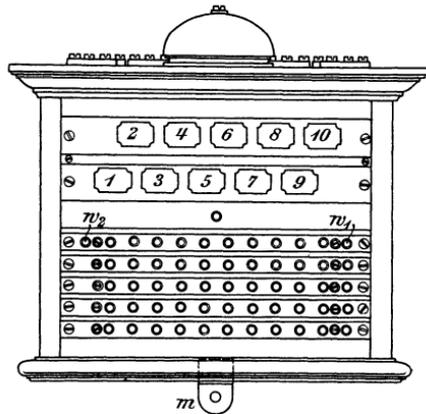


Fig. 325.

Klappenschrank zu 10 Doppelleitungen.

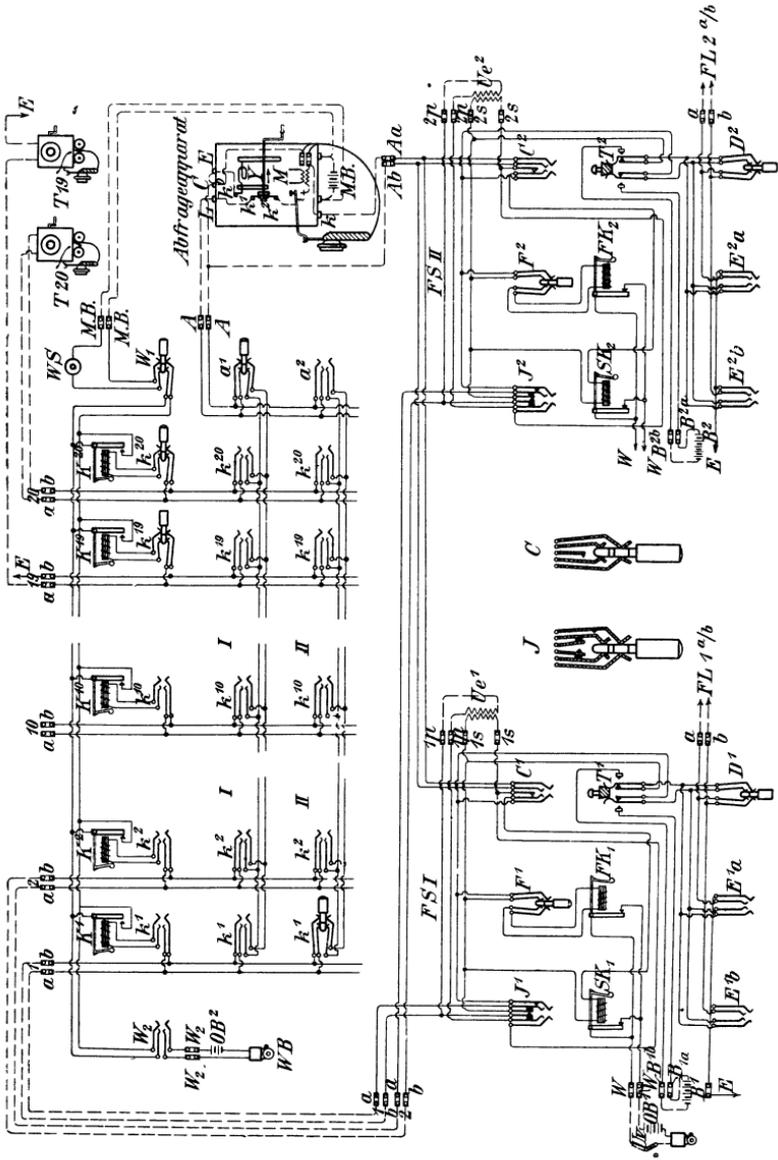


Fig. 326. Klappenschrank für 20 Doppelleitungen mit Zusatzkasten für 2 Fernleitungssysteme (Stromlauf).

einer freien Klappe des Teilnehmerschranks verbunden. Die Stöpselung in der Ruhestellung ergibt sich aus dem Stromlauf (Fig. 326).

Von den Klinken dient J zum Einschalten des Induktionsübertragers Ue und der Schlußklappe SK, F zum Einschalten der Fernklappe FK und C zum Kontrollieren. Der Stöpsel in F wird derjenigen Klinke des Klappenschrancks entnommen, an welche die Fernleitung herangeführt ist. In der Klinke D steckt der Stöpsel nur, solange die Fernleitung sich in normalem Zustande befindet und als Doppelleitung betrieben wird; soll dagegen in Störungsfällen der Betrieb in Einzelleitung aufrecht erhalten werden, so kommt der Stöpsel in Ea oder Eb.

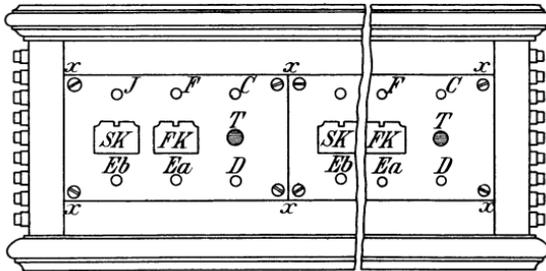


Fig. 327.

Zusatzkästchen für Fernleitungen.

Fällt die Fernklappe FK, so wird zum Zwecke des Abfragens der Stöpsel aus F in die Verbindungsklinke k^1 einer freien Klinkenreihe des Klappenschrancks umgesetzt, nach Abnahme der Anmeldung aber an seine Stelle zurückgebracht und dafür der Stöpsel aus der Klappenklinke des gewünschten Teilnehmers in die entsprechende Verbindungsklinke gesteckt. Darauf erfolgt der Anruf des Teilnehmers über die Klinke a^1 mit dem Induktor des Abfrageapparats. Sobald der verlangte Teilnehmer sich gemeldet hat, kommt der Stöpsel aus F wieder in die Verbindungsklinke k^1 ; soll der Übertrager eingeschaltet werden, so ist außerdem ein Stöpsel in J einzusetzen. Zur Ausübung der Kontrolle ist endlich der Stöpsel aus a^1 in die Kontrollklinke C umzusetzen, wodurch Fernhörer und Schlußklappe hintereinander als Brücke in die Fernleitung geschaltet werden.

Wird dagegen von einem Teilnehmer eine Fernverbindung verlangt, so ist, sobald die Fernleitung frei ist, der Stöpsel aus der Fernklinke in die entsprechende Verbindungsklinke einer freien Reihe umzusetzen, das Amt mittels der Batterietaste anzurufen und zur Ausführung der gewünschten Verbindung zu ver-

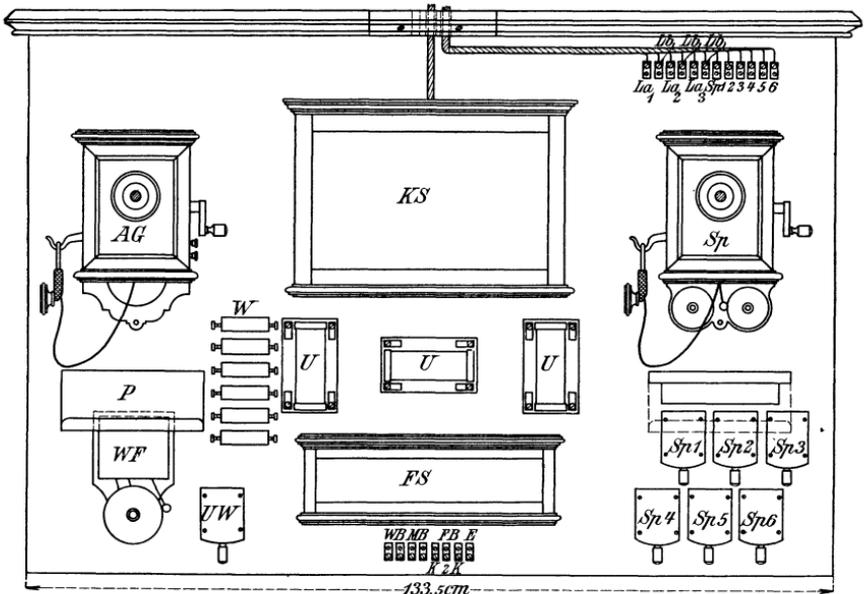


Fig. 328.

Schaltbrett für kleine Fernsprechanstalten.

KS Klappenschrank für 20 Doppelleitungen.	U Fernsprechübertrager.
FS Zusatzkasten für 3 Fernleitungssysteme.	WF Wecker für die Fernsysteme.
AG Abfragegehäuse.	UW Umschalter für den Wecker.
Sp Gehäuse für die Sp-Leitungen.	P Schreibpult (desgl. rechts über den
Sp1 — Sp6 Umschalter für die Sp-Leitungen.	Sp-Umschaltern).

anlassen. Sobald der verlangte Teilnehmer sich meldet, wird die Verbindung im eigenen Amt herbeigeführt.

Bei der Durchsprechstellung steckt in den entsprechenden Verbindungsklinken einer wagerechten Reihe, sowie in einer der beiden Fernklinken je ein Stöpsel; die zugehörige Abfrageklinke ist leer. Indem man den Stöpsel aus der eingeschalteten Fernklinke entnimmt und in die Kontrollklinke einführt, kann man prüfen, ob in der Verbindung noch gesprochen wird.

Schaltbrett für kleine Fernsprechanstalten. Bei Fernsprechanstalten geringeren Umfangs werden die Apparate für die Verbindungsleitungen, die Telegraphenleitungen mit Sprechbetrieb und die Anschlußleitungen übersichtlich an einem hölzernen Schaltbrett nach dem Muster der Fig. 328 befestigt. Die obere Abschlußleiste des Schaltbretts hat ein herausnehmbares Mittelstück, das als Klemmleiste für die Aufnahme der Zuführungskabel und Drähte eingerichtet ist. Des besseren Aussehens halber und zur Erleichterung des Beziehens der Tafel werden die Drahtverbindungen auf der womöglich zugänglich zu lassenden Rückseite angelegt. Die Form und die Abmessungen des Schaltbrettes, sowie die Verteilung der Apparate, Klemmen und Schreibpulte auf der Vorderfläche ergeben sich aus der Zeichnung.

Klappenschrank für 40 Doppelleitungen (M. 99). Der Klappenschrank für 40 Doppelleitungen (Fig. 329) wird ebenfalls ohne Verbindungsschnüre bedient. Er ist nach dem gleichen Prinzip gebaut, wie die kleineren Klappenschränke, besitzt aber eine andere Anordnung der Klappen und Klinken und ist außerdem mit den Einrichtungen zur Aufnahme von 4 Fernleitungen versehen. An die Stelle der wagerechten Reihen sind senkrechte getreten. Zunächst bilden die Klappen (mit 600 Ohm Rollenwiderstand) zu beiden Seiten der Schrankfläche je 2 Reihen von je 10; daneben folgen nach innen hin je eine einfache Reihe Klappenklinken, links $k_1—k_{20}$, rechts $k_{21}—k_{40}$, und den Mittelraum nehmen 8 senkrechte Doppelreihen von je 40 Verbindungsklinken $v_1—v_{40}$ ein. Unterhalb der Klappenklinken ist noch je eine Klinke zur Einschaltung von Weckern, unterhalb der Verbindungsklinken je eine solche für den Abfrageapparat angebracht. Als solcher dient in der Regel ein Handmikrophon mit Kontakthebel. Die oben noch sichtbaren Klinken $b_1—b_8$ ermöglichen die Einschaltung eines Aushilfsapparats zum Abfragen.

Im untersten Teile des Schrankes sind die 4 Fernleitungssysteme nebeneinander eingebaut, deren Einrichtung und Schaltung mit den Zusatzkästchen für Fernleitungssysteme der kleineren Klappenschränke übereinstimmen. Der Klappenschrank ruht auf einer Tischplatte, an deren rechter Seite ein Kurbelinduktor zum Anrufen der Teilnehmer im Ortsverkehr angebracht ist; links befindet sich eine Klinke zum Anschalten des Handmikrophons mittels Zwillingstöpsels und Leitungsschnur.

In ähnlicher Weise, wie bei den kleinen Klappenschränken für Doppelleitungen, gestaltet sich auch der Betrieb. Fällt eine Teilnehmerklappe, so wird der entsprechende Stöpsel aus den Klinkenreihen k_1 — k_{40} in eine freie Doppelklinkenreihe v_1 — v_{40} umgesetzt, und die Leitung, da in den Abfrageklinken a_1 — a_8 die

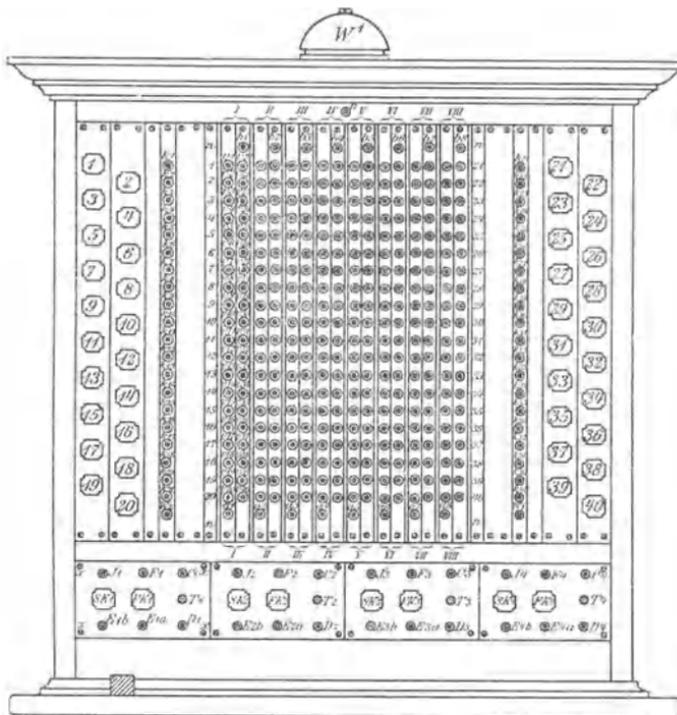


Fig. 329.

Klappenschrank für 40 Doppelleitungen.

Stöpsel stecken, auf den Abfrageapparat gelegt. Um nach Entgegennahme der Anmeldung die Verbindung mit dem gewünschten Teilnehmer herzustellen, wird der Stöpsel aus der Abfrageklinke entfernt und auf der nämlichen Doppelklinkenreihe in die Klinke des anzurufenden Teilnehmers eingesetzt. Da zugleich der Stöpsel in der zugehörigen Klappenklinke verbleibt, so ist die Klappe des Angerufenen in Brückenschaltung oder Erdabzweigung angelegt, um das Schlußzeichen sichtbar zu machen.

Die Benutzung der Fernleitungssysteme stimmt ebenfalls mit dem bei den kleineren Schränken beschriebenen Verfahren überein.

Klappenschrank für 50 Doppelleitungen (M. 99). (Fig. 330 bis 334). Dieser Schrank ist auf den Betrieb mit Verbindungsschnüren berechnet und besitzt außer den Klappen nur Teilnehmer-, aber keine Verbindungsklinken. Für die Anschlußleitungen enthält er in seinem oberen Drittel 50 Klappen $k_1—k_{50}$, in fünf wagerechten Reihen zu je 10 angeordnet, und in seinem unteren Drittel die Doppelklinken $A_1—A_{50}$ und $B_1—B_{50}$. Die Klinken A sind zweiteilig, die Klinken B dreiteilig. Das mittlere Drittel des Klappenschrankes enthält die Fernleitungssysteme (2 oder 4), sowie links davon einen Wecker und rechts einen Kurbelinduktor. Auch werden neuerdings in beiden Feldern Schlußzeichen-Galvanoskope angebracht. Jedes Fernleitungssystem setzt sich zusammen aus einer Fernklappe FK (Fig. 331) und 4 Klinken A, B, C, D, die bez. aus 2, 4, 6 und 3 Teilen bestehen. Die Klinken A und B sind zum Abfragen, Kontrollieren und Verbinden der Fernleitungen bestimmt; C und D kommen nur für die Dauer von Störungen zur Benutzung, in welchem Falle besondere Zwillingsstöpsel Q und R, die auf der Handhabe mit erläuternden Inschriften versehen sind (Fig. 332), in sie eingesetzt werden. Das Nähere ergibt sich aus den Zeichnungen.

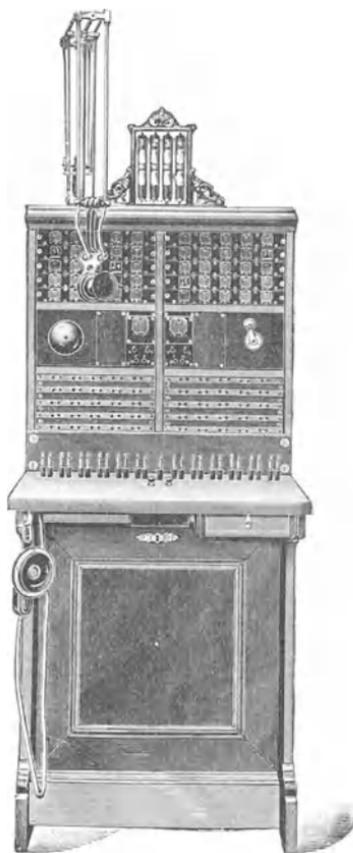


Fig. 330.

Klappenschrank für 50 Doppelleitungen.

Zur Verbindung der Doppelleitungen untereinander sind 8 zweiadrige Schnurpaare (Fig. 333) mit Doppelstöpsel $s_1 s_2$ und Laufgewicht in dem Stöpselbrett des Untersatzes angeordnet; 4 weitere Schnurpaare, in die Induktionsübertrager eingeschaltet

sind, dienen zur Verbindung von Doppel- mit Einzelleitungen. Ein Schrankaufsatz trägt 4 Sanduhren mit 3 Minuten Laufzeit.

Das Abfragen (Fig. 334) geschieht sowohl in den Anschluß-, wie in den Fernleitungen mittels des Pendelmikrophons M und des Fernhörers F, die sich mit Hilfe des Stöpsels s einschalten lassen. Der Mikrophon-Stromkreis wird beim Abfragen durch Niederdrücken des Hebels am Fernhörer geschlossen, beim Mit-hören durch Loslassen des Hebels geöffnet.

Zum Anrufen in den Fernleitungen sind die zwei Doppel-tasten $T_1 T_2$ auf dem Stöpselbrett bestimmt; doch kann in diesen Leitungen auch mit dem zum Wecken der Teilnehmer dienenden Induktor gerufen werden, dessen Klemmenspannung 60 Volt be-trägt, und dem zur Verminderung der Induktion eine Induktanz-rolle mit 2 Wickelungen $g_1 g_2$ von je 150 Ohm vorgeschaltet ist. Für die Kontrolle der Ferngespräche ist ein besonderer Stöpsel c mit Leitungsschnur vorhanden, bei dessen Benutzung der Fern-hörer F und eine Induktanzrolle g von 500 Ohm in den Abfrage-Stromkreis eingeschaltet werden. Sämtliche Zuführungsklemmen befinden sich auf der Rückseite des Schrankes hinter dem Stöpselbrett.

Auf der rechten Seite des Klappenschranks wird in manchen Fällen ein Klinkenkasten (Klinkenumschalter No. IV) angefügt, der in erster Linie für Feuermeldezwecke bestimmt ist und 20 Doppelklinken enthält, deren gleichartige Federn in der er-forderlichen Anzahl zu je einer Gruppe vereinigt werden.

Im Bedarfsfalle können die Klinkenkasten auch zur Ausfüh-rung von Teilnehmerverbindungen über zwischenliegende Schränke dienen; es sind alsdann die Klinkenfedern des ersten Kastens mit den gleichliegenden Federn eines am dritten Schranke befestigten Klinkenkastens zu verbinden.

Der Wecker W liegt in der Regel in einem Ortskreis der Fernklappen, deren Anker mit einer Kontaktvorrichtung ver-sehen sind, kann aber auch für die Teilnehmerleitungen nutzbar gemacht werden; zu diesem Zwecke ist die Klemme W_1 mit der darunter liegenden Zuführungsklemme von W zu ver-binden. Für die Teilnehmerklappen ist sonst der Wecker W_1 bestimmt.

Betrieb der Teilnehmerleitungen. Klappe K_{19} fällt ab: Abfrage-stöpsel s in Klinke B_{19} ; Abfragen durch Mikrophon M und Fern-

hörer F bei niedergedrücktem Hebel h. Ist die Leitung des verlangten Teilnehmers T_{20} frei, Stöpsel s_1 in Klinke A_{19} , Stöpsel s_2 in Klinke B_{20} ; Aufforderung zum Rufen. Klappe K_{19} bleibt nach Herausnahme des Abfragestöpsels aus Klinke B_{19} als Brücke oder Abzweigung zum Empfang des Schlußzeichens eingeschaltet. Gesprächskontrolle durch Einsetzen des Abfragestöpsels bei losgelassenem Hebel h in Klinke B_{19} .

Betrieb der Fernleitungen. A. Die Fernleitungen L_1 a/b und L_2 a/b seien vollständig betriebsfähig. In den Klinken C_I , D_I , C_{II} , D_{II} stecken keine Stöpsel.

Bei Endstellung sind auch die Klinken A_I , B_I , A_{II} , B_{II} leer.

a) Klappe FK_1 fällt ab: Abfragestöpsel s in Klinke B_I ; Abfragen durch Mikrophon M und Fernhörer F bei niedergedrücktem Hebel h.

1. Teilnehmer T_{19} — in Doppelleitung — werde verlangt: Stöpsel s in Klinke B_{19} ; Anruf des Teilnehmers durch Induktor, sodann Stöpsel s_1 in Klinke A_I , Stöpsel s_2 in Klinke B_{19} ; Klappe FK_1 bleibt zum Empfang des Schlußzeichens als Brücke eingeschaltet.

Macht sich bei der unmittelbaren Verbindung der Fernleitung mit der Doppel-Anschlußleitung Erdgeräusch bemerkbar, weil vielleicht die Anschlußleitung mit Nebenschließungen behaftet ist, so muß ein Induktionsübertrager eingeschaltet werden. Zu diesem Zwecke ist die Verbindung mittels der Schnurpaare s_3 s_4 auszuführen.

2. Der gewünschte Teilnehmer T_{20} sei in Einzelleitung angeschlossen: Stöpsel s in Klinke B_{20} ; Anruf durch Induktor, sodann Stöpsel s_3 in Klinke A_I , Stöpsel s_4 in Klinke B_{20} . Klappe FK_1 bleibt in der Fernleitung eingeschaltet.
3. Fernleitung L_2 a/b werde verlangt: Stöpsel s in Klinke B_{II} , Anruf des verlangten Amtes durch Taste T_1 T_2 oder durch Induktor, sodann Stöpsel s_1 in Klinke A_I , Stöpsel s_2 in Klinke B_{II} . Klappe FK_1 bleibt zum Empfang des Schlußzeichens eingeschaltet.

b) Es liege eine Gesprächsanmeldung für Leitung L_1 a/b vor; Stöpsel s in Klinke B_I ; Anruf des fernen Amtes durch Taste oder Induktor.

1. Der die Verbindung verlangende Teilnehmer T_{19} liegt in Doppelleitung: Stöpsel s in Klinke B_{19} , Anruf durch Induktor, sodann s_1 in A_1 , s_2 in B_{19} . Klappe FK_1 bleibt eingeschaltet. Bei Erdgeräusch ist die Verbindung mittels der Schnurpaare $s_3 s_4$ auszuführen.
2. Der die Verbindung verlangende Teilnehmer T_{20} liegt in Einzelleitung: Stöpsel s in Klinke B_{20} ; Anruf durch Induktor; dann s_3 in A_1 und s_4 in B_{20} .

In allen Fällen ist nach Herstellung der Verbindung Stöpsel s , bei losgelassenem Hebel des Fernhörers, in Klinke B_I einzuführen, um zu prüfen, ob das Gespräch zustande kommt. Nur wenn der Beamte genötigt ist, an der Unterhaltung sich zu beteiligen, ist Hebel h niederzudrücken und hierdurch das Mikrophon einzuschalten. Soll während der ganzen Dauer des Gesprächs mitgehört werden, so ist Stöpsel c an Stelle des Stöpsels s zu benutzen.

Bei Durchsprechstellung: Stöpsel s_1 in Klinke A_1 , Stöpsel s_2 in Klinke B_{II} . Klappe FK_1 zeigt die Anrufe an. Zur Gesprächskontrolle Stöpsel c in Klinke B_I .

B. Einzelleitungsbetrieb in Störungsfällen. Ist Draht L/b unterbrochen, so kommt Zwillingstöpsel Q so in die Klinken C_1, D_1 , daß die Aufschrift „Draht b an Erde“ sich oben befindet. Ist dagegen die Störung durch Berührung, Neben- oder Erdschluß verursacht, so wird Zwillingstöpsel R , mit der Aufschrift „Draht b isoliert“ nach oben, in die Klinken C_I, D_I gesteckt. In beiden Fällen ist Draht a ohne weiteres für den Betrieb als Einzelleitung auf Klappe FK_1 geschaltet.

Klappenschränke zu 5 und 10 Doppelleitungen (M. 1900). Die nur zur Verwendung bei Teilnehmerstellen mit Nebenapparaten oder mehreren Anschlüssen bestimmten Klappenschränke neuer Form zu 5 und 10 Doppelleitungen sind so eingerichtet, daß die Sprechverbindungen sich ohne Leitungsschnüre,

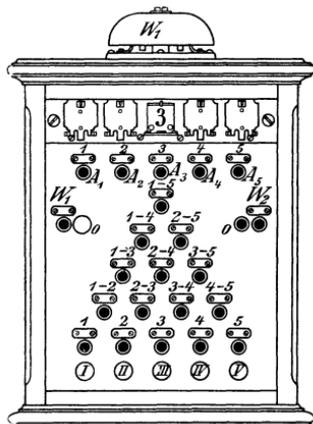


Fig. 335.

Klappenschränk neuer Form
zu 5 Doppelleitungen (M. 1900).

lediglich durch Einsetzen zweiteiliger Stöpsel in fünfteilige, durch bleibende Drähte in das Schaltungschema eingefügte Klinken bewerkstelligen lassen.

Fig. 335 zeigt die Ansicht eines solchen Klappenschrankes zu 5 Doppelleitungen, Fig. 336 seinen Stromlauf, aus dem ersichtlich

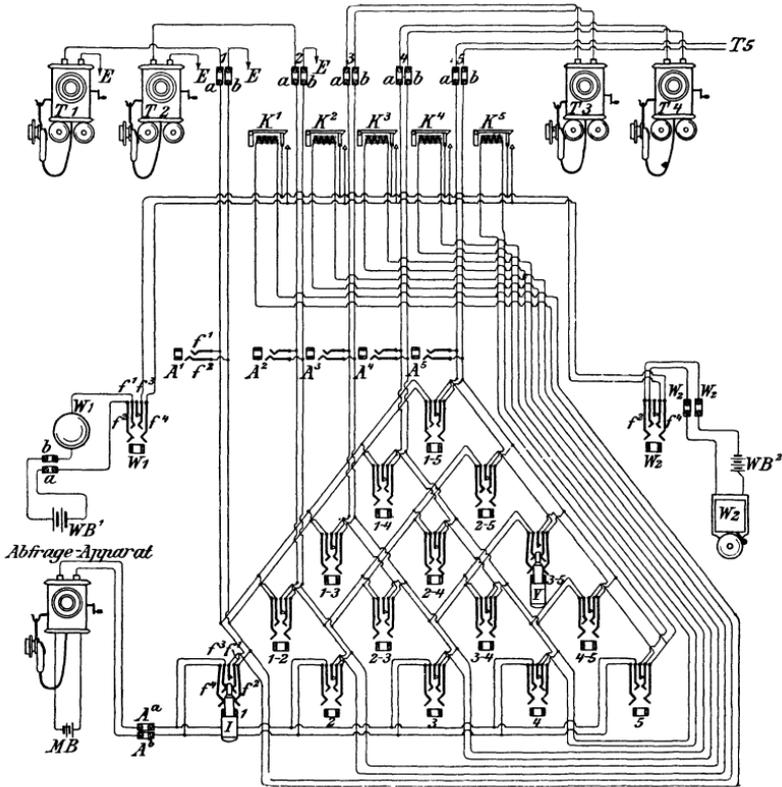


Fig. 336.

Stromlauf zum Klappenschrank (M. 1900) für 5 Doppelleitungen.

ist, daß die Schränke auch für den gemischten und Einzelleitungs-betrieb zu verwenden sind. Jede Anrufklappe besitzt einen Widerstand von 600 Ohm. Unterhalb der Klappen befinden sich zunächst 5 für Aushilfszwecke bestimmte zweiteilige*) Klinken A₁—A₅. Darunter sind in der Mitte 15 fünfteilige Klinken in Dreiecksform

*) Künftig mit zwei Unterbrechungskontakten, also vierteilig.

angeordnet, von denen die untersten (1—5) als Abfrageklinken, die übrigen als Verbindungsklinken dienen. Oberhalb jeder Verbindungsklinke ist angegeben, für welche Leitungen sie benutzt wird. Die rechts und links befindlichen Klinken W_1 und W_2 sind zur Anschaltung des Weckers auf dem Klappenschränk oder eines zweiten Weckers in einem andern Raume bestimmt. Die neueren Schränke besitzen Klemmen zur Einschaltung von Polarisationszellen.

Während der Ruhe sind die Stöpsel I—V in den Buchsen unterhalb der Abfrageklinken unterzubringen. Fällt eine Klappe, z. B. K^1 , so wird zunächst der Stöpsel I in die entsprechende Abfrageklinke eingesetzt. Hierbei schaltet sich durch das Abheben der Klinkenfeder f^1 von ihrem Auflager die Klappe aus. Verlangt der Teilnehmer T_1 eine Verbindung mit T_5 , so ist er zum Rufen aufzufordern und der Stöpsel I aus der Abfrageklinke in die mit 1—5 bezeichnete Verbindungsklinke einzusetzen, wobei die Klappe mit der niedrigeren Anschlußnummer zur Entgegennahme des Schlußzeichens wieder eingeschaltet wird.

Klappenschränke M. 1904. Nach der Einführung des selbsttätigen Schlußzeichens in den Vielfachbetrieb erwiesen sich die Klappenschränke M. 1900 bald als unzureichend. Bei Vielfachumschaltern M. 1902 wird während der Dauer eines Gesprächs in den Fernhörerstromkreis ein Satz Polarisationszellen geschaltet, der den Stromkreis für den Gleichstrom der Schlußzeichenbatterie des Amtes undurchlässig macht, „verriegelt“, den Sprechströmen (Wechselströmen) dagegen kein erhebliches Hindernis bietet. Durch Anhängen des Hörers wird der Zellenatz ausgeschaltet und der Schlußzeichenstromkreis über den nunmehr eingeschalteten Wecker geschlossen, so daß das Schlußzeichen (in der Regel ein Galvanoskop) anspricht und zur Trennung der Verbindung auffordert. Es ist ohne weiteres klar, daß während des Bestehens einer Sprechverbindung vermieden werden muß, diesen Stromschluß unbeabsichtigt zustande kommen zu lassen. Dieser Fall tritt aber bei den Schränken M. 1900 leicht ein, weil die Teilnehmer es häufig vergessen, das Fernsprechgehäuse der Hauptstelle auszuschalten, wenn sie eine Verbindung zwischen einer Nebenstelle und dem Amte hergestellt haben. Die Zuführung nach dem Gehäuse der Hauptstelle etwa dauernd durch einen Zellenatz abzusperren, würde jenen Fehler beseitigen, dafür aber einen neuen einführen.

Das Amt erhielt kein Schlußzeichen. Aber auch wenn das Abfragegehäuse der Hauptstelle in gewöhnlicher Weise angeschaltet und nach Vorschrift vor die Anrufklappe der Hauptleitung ein Zellenatz gelegt ist, kommt kein Schlußzeichen zustande, sobald die Hauptstelle die Verbindung schon vor dem Anhängen des Hörers oder gleichzeitig damit trennt. Denn dann wird statt des verriegelten Hörers nur die verriegelte Anrufklappe eingeschaltet. Endlich, wenn eine Nebenstelle mit dem Amte gesprochen hat, der Hauptstelle das Schlußzeichen (durch den Induktor) gibt und den Hörer anhängt, kann es vorkommen, daß

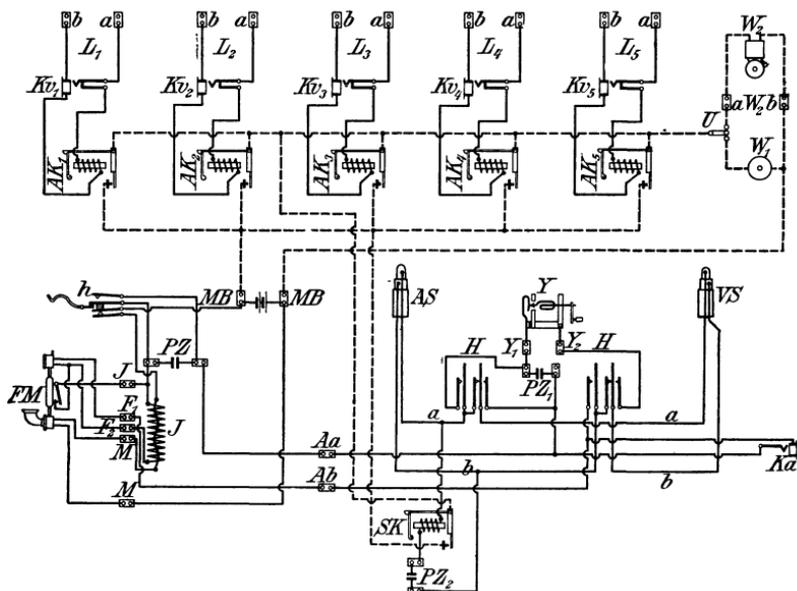


Fig. 337 a.

Stromlauf des Klappenschanks (M. 1904).

die Hauptstelle sofort trennt und dadurch sogleich die verriegelte Amtsklappe in die Hauptleitung schaltet. Das Schlußzeichen erscheint dann im Amte so kurze Zeit, daß es leicht übersehen werden kann.

Diesen Mängeln sollten die Klappenschränke M. 1904 abhelfen, deren Stromlauf Fig. 337 a zeigt. Sie sind für 3, 5, 10 und 20 Leitungen gebaut, mit Handapparaten (an Stelle besonderer Abfragegehäuse) ausgestattet und so eingerichtet worden, daß

man sie ebenso gut an die Wand hängen, wie auf den Tisch stellen kann. Diese Bauart ist auch für die späteren Klappenschrankarten beibehalten worden.

Für jede Leitung ist eine Verbindungsklinke (Kv_1, Kv_2 u. s. w.) und eine Anrufklappe (AK_1, AK_2 u. s. w.) vorhanden. Zum Verbinden dient eine Anzahl Schnurpaare mit je einem Abfragestöpsel AS (roter Griff) und einem Verbindungsstöpsel VS (schwarzer Griff). Die beiden Adern jedes Schnurpaares sind durch eine Schlußklappe SK mit zugeschaltetem Zellsatz PZ überbrückt. Die Schlußklappe hat 600 Ohm Widerstand und genügend hohe Selbstinduktion, um sich gegen die Sprechströme abzusperrn.

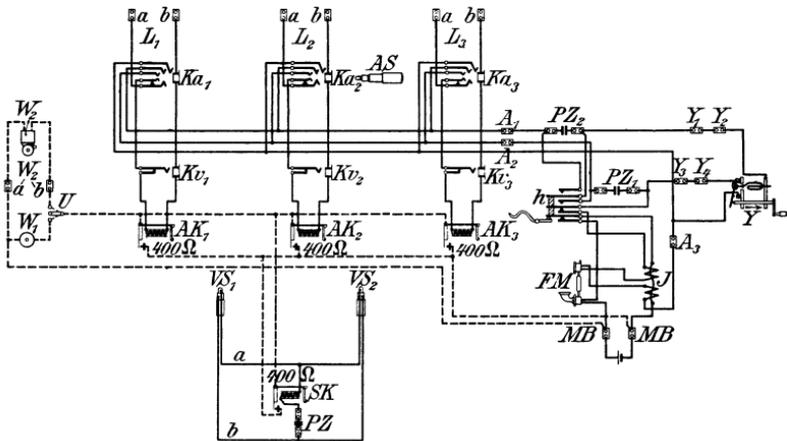


Fig. 337 b.

Stromlauf des Klappenschanks (M. 1905).

HH ist ein Hör- und Rufschalter, dessen lange Federn mittels eines (in der Figur nicht gezeichneten) Griffes entweder nach oben (in der Fig. nach links) oder nach unten (in der Fig. nach rechts) umgelegt werden können. Im ersteren Falle schalten sie den Handapparat als Brücke zum Mithören in das Schnurpaar, im zweiten Falle den Induktor zum Rufen an die Adern des Stöpsels VS. Soll in einer Leitung geantwortet werden, so setzt man AS in die Klinke Kv derjenigen Leitung, aus der ein Anruf eingelaufen, d. h. deren Klappe gefallen ist, und VS in die Klinke Ka , an welcher die Zuführungsdrähte zum Handapparat endigen. Will man selbst eine Nebenstelle oder das Amt anrufen und ein Gespräch führen, so ist der Stöpsel VS, an den allein,

wie vorhin gesagt, der Induktor angeschaltet werden kann, in die Klinke K_v des gewünschten Anschlusses und der Stöpsel AS in K_a einzusetzen. Zum Anrufen ist dann die Induktorkurbel zu drehen und gleichzeitig der Hebel H nach unten zu drücken.

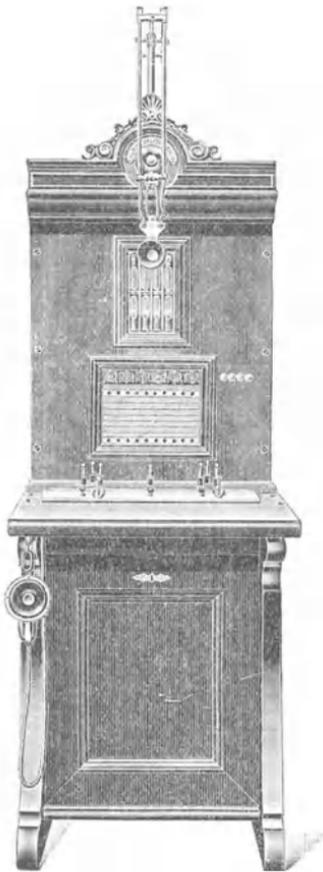


Fig. 338 a.
Großer Fernschrank (M. 1900).

Werden diese Regeln bei der Bedienung des Schrankes beachtet, so können die oben angeführten Fehler in der Schlußzeichengebung auf dem Amte nicht eintreten.

Damit der Anruf der Hauptstelle oder das Fallen der Schlußklappe nicht unbemerkt bleiben kann, schließen die Anker der Klappen, solange sie angezogen werden, einen Ortsstromkreis über die Mikrophonbatterie MB und einen Wecker von 20 Ohm Widerstand, und zwar je nach der Stellung des Umschalters U , über den auf dem Schrank selbst angesetzten Wecker W_1 oder über den Wecker W_2 , der in einem anderen Raume aufgehängt werden kann. Der Umschalter U ist konstruktiv mit W_1 vereinigt.

Klappenschranke M. 1905. Die Bedienung des Klappenschrankes M. 1904 bietet jedoch, wie die Erfahrung gezeigt hat, den Teilnehmern gewisse Schwierigkeiten, weil sie die richtige Verwendung der Stöpsel AS und VS bedingt. Es ist deshalb eine neue Schrankart eingeführt worden, bei der die Stöpsel beliebig benutzt werden können. Den Stromlauf stellt

Fig. 337 b dar. Für jede Leitung ist wiederum je eine Verbindungsklinke (K_v) und eine Anrufklappe (AK) vorhanden, außerdem aber noch je eine Abfrageklinke K_a , an deren Federn die Zuführungsdrähte zu dem Handapparat liegen. Durch Einsetzen eines schnurlosen dreiteiligen Stöpsels AS vollzieht sich die Anschaltung des

Handapparats und zugleich des Induktors. Zum Verbinden zweier Leitungen dienen Schnurpaare mit Stöpseln (V S), deren beide Adern durch eine Schlußklappe SK und einen Satz Polarisationzellen P Z überbrückt sind. Der Induktor schaltet sich, wie bei Fernsprechgehäusen, selbsttätig ein und aus. Es leuchtet ein, daß es den Teilnehmern leichter fällt, die notwendigen Handgriffe zur Bedienung dieses Schrankes im Gedächtnis zu behalten, als es bei dem früheren Modell der Fall ist. Dabei ist die Schlußzeichengebung für das Vermittlungsamt im wesentlichen ebenso sichergestellt, wie bei dem Modell 1904.

Die Schränke M. 1905 werden ebenfalls für 3, 5, 10 und 20 Leitungen hergestellt. Die Weckereinrichtung gleicht der des vorher beschriebenen Schrankes völlig.

Die Fernschranke.

Der große Fernschrank (M. 1900) ist in Fig. 338 a abgebildet. Er enthält in der Richtung von oben nach unten einen Schnarrwecker, 4 Sanduhren, eine Klappen- und Klinkentafel mit 6 Klappen (2 Klappen für die Fernleitungen und 4 Ortsklappen) und 2 Klinkenstreifen, von denen der obere mit 10 Vielfachklinken zur Verbindung der auf verschiedenen Schränken liegenden Fernleitungen untereinander bestimmt ist, während der untere 2 Fernklinken, 4 Vorschaltklinken für die Fernleitungen, sowie 4 Ortsklinken enthält; ferner ein Stöpsel- und Schlüsselbrett mit 7 Stöpseln, 2 Hebelumschaltern und 3 Doppeltasten.

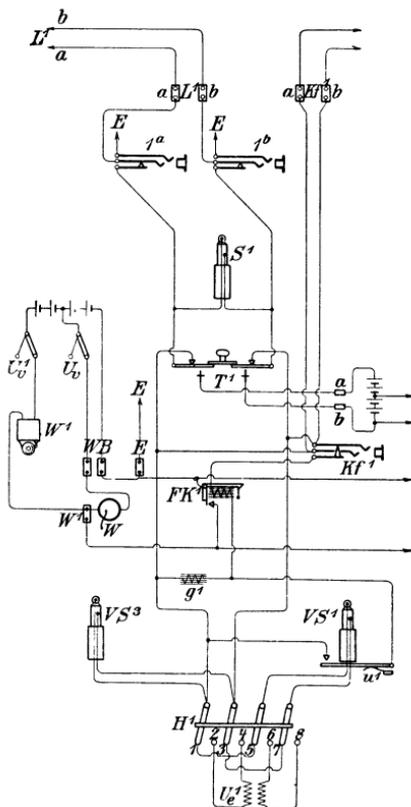


Fig. 338 b.

Stromlauf zum großen Fernschrank (M. 1900).

Die Fernklappen besitzen Relaiskontakte, durch welche die eingehenden Weckrufe auf den in den Schrank eingebauten Schnarrwecker oder auf einen in einem andern Raum befindlichen Nachtwecker übertragen werden können.

Das Abfragesystem wird mittels eines besonderen Stöpsels eingeschaltet; es besteht aus Mikrophon, Fernhörer mit Schalterhebel und Doppeltaste. Der Hebelumschalter H^1 dient zur Ein- und Ausschaltung des Induktionsübertragers.

An Hand der Stromlaufzeichnung (Fig. 338b) lassen sich die Verbindungen der einzelnen Bestandteile des Fernschranks leicht verfolgen. Die beiden Drähte der Fernleitung L^1a/b führen über die entsprechend bezeichneten dreiteiligen Vorschaltklinken und den Stöpsel S^1 zur Doppeltaste T^1 , mittels deren der Strom der Anrufbatterie in die Leitung gesandt werden kann; weiter über die Klinke Kf^1 , die Fernklappe FK^1 und die Induktanzrolle g^1 sowie den Umschalter u^1 , der beim Abheben des Stöpsels VS^1 die Induktanzrolle kurzschließt, zum Hebelumschalter H^1 . An diesen sind ferner mit zweiadrigen Leitungsschnüren die Stöpsel VS^1 (rot) und VS^3 (schwarz) angeschlossen, von denen letzterer für die durchgehenden Fernverbindungen, der rote für alle anderen Verbindungen benutzt wird. Solange der rote Stöpsel auf der Feder des Umschalters u^1 ruht und in Kf^1 kein Stöpsel steckt, sind Fernklappe und Induktanzrolle hintereinander als Brücke in die Fernverbindung gelegt; wird dagegen der rote Stöpsel abgehoben, so schaltet die Feder die Induktanzrolle aus, um das Ansprechen der Fernklappe auf das Schlußzeichen sicherzustellen.

Von der Klinke Kf^1 führt eine Doppelleitung ab zu den Vielfachklinken, die in Fig. 338b nicht gezeichnet sind.

Bei den neueren Fernschränken mit selbsttätigem Schlußzeichen ist der Schlußzeichensatz, bestehend aus Galvanoskop und Batterie, mit zwei vorgeschalteten Induktanzrollen zwischen die Klemmen 6 und 8 des Hebelumschalters H^1 gelegt, parallel zu der einen Umwicklung des Übertragers Ue^1 , in dessen Stromweg nach 6 ein Satz Polarisationszellen eingeschaltet wird.

Jede Fernleitung führt zunächst an den Schrank, wo sie bedient wird. Bei kleineren Ämtern wird jede Leitung durch alle Schränke, bei Ämtern mit mehr als 10 Fernleitungen wird die eine Hälfte der Leitungen durch die Schränke mit gerader, die andere Hälfte durch die Schränke mit ungerader Ordnungszahl

geführt; da nun die Länge sämtlicher Schnüre so bemessen ist, daß sie bis zu den Klinken der Nachbarschranke reichen, so lassen sich von jedem Arbeitsplatze aus alle Verbindungen herstellen.

Die Übertragerwicklung, welche parallel zur Fernklappe liegt (in der Fig. 338b die linke), wird neuerdings durch einen Satz Polarisationszellen (3 Natronzellen) verriegelt, damit der in der Fernleitung nach Beendigung des Gesprächs ankommende Schlußzeichenstrom ungeschwächt die Fernklappe durchfließen kann und sich nicht zwecklos in die Übertragerwicklung verzweigt.

Fig. 338b hat man sich rechts durch ein gleiches System ergänzt zu denken; die Leitungen zu der Batterie und den links ersichtlichen Weckern ist für beide Systeme gemeinsam. Die gleichnamigen Teile des zweiten Systems werden im folgenden durch den Index 2 gekennzeichnet; die Stöpsel VS haben Index 2 und 4.

A. *Betrieb.* Die Fernleitungen seien vollständig betriebsfähig: In den Vorschaltklinken 1^a, 1^b und 2^a, 2^b des Nachbarsystems stecken keine Stöpsel.

Durchsprechstellung: Stöpsel VS³ (schwarz) steckt in Klinke Kf² (oder VS⁴ in Kf¹), Hebelumschalter H¹ (H²) nach links (dem Schranke zugekehrt). Klappe FK¹ mit vorgeschalteter Induktanzrolle g¹ (oder FK² und g²) liegen als Brücke zwischen den Drähten der verbundenen Fernleitungen.

Endstellung: Sämtliche Stöpsel in Ruhestellung; Klappe FK¹ liegt in Leitung L¹ a/b, Klappe FK² in Leitung L² a/b; die Induktanzrollen sind den Klappen vorgeschaltet. Hebelumschalter nach links.

a) Klappe FK¹ fällt ab: Abfragestöpsel S in die Fernklinke Kf¹, wodurch die Klappe FK¹ aus-, das Abfragesystem dagegen eingeschaltet wird. Abfragen bei niedergedrücktem Hebel h des Fernhörers F.

1. Ein mit Einzelleitung angeschlossener Teilnehmer werde verlangt. Stöpsel S in eine freie Ortsklinke, untere Klinkenreihe des Fernschanks. Herbeirufen des verlangten Teilnehmers durch das Ortsamt. Sodann Abfragestöpsel S zurück in die Fernklinke Kf¹, Teilnehmerverbindungsstöpsel VS¹ (rot) in die benutzte Ortsklinke und Einschaltung des Übertragers U_e¹ durch Umlegen des Hebelumschalters H¹ nach rechts (am Schranke nach vorn). Sobald das Gespräch der Teilnehmer im Gange ist, wird der Abfragestöpsel aus der Fernklinke entfernt

und hierdurch die Fernklappe als Schlußklappe eingeschaltet.

2. Ein mit Doppelleitung angeschlossener Teilnehmer werde gewünscht. Wie unter 1.; der Übertrager ist jedoch nur einzuschalten, wenn die Fernleitung für das Doppelsprechen benutzt wird oder wenn sich bei der unmittelbaren Verbindung der Anschlußleitung mit der Fernleitung Erdgeräusch bemerkbar macht.
3. Es werde eine Verbindung mit der Fernleitung L^8 a/b verlangt. Sobald das Freisein dieser Leitung durch mündliche Rückfrage festgestellt ist, kommt auf dem Arbeitsplatze der Leitung L^1 a/b Stöpsel VS^3 (schwarz) in die Vielfachklinke Ko^8 (obere Klinkenreihe des Fernschrankes) der Leitung L^8 a/b und ferner auf dem Arbeitsplatze dieser Leitung der Abfragestöpsel in die Fernklinke. Beide Beamte können sich nunmehr über die auszuführende Verbindung mittels der Abfrageapparate verständigen. Sobald dies geschehen ist und der Beamte der Leitung L^8 a/b das verlangte Amt angerufen hat, schaltet er den Abfrageapparat und die Fernklappe seines Platzes dadurch aus, daß er den Verbindungsstöpsel (VS^4 der Leitung L^8 a/b) an Stelle des Abfragestöpsels S in die Fernklinke Kf^2 der Leitung L^8 a/b einsetzt. Auf dem Arbeitsplatze der Leitung L^1 a/b ist lediglich der Abfragestöpsel S aus der Fernklinke Kf^1 zu entfernen. Fernklappe FK^1 nebst Induktanzrolle g^1 bleiben zum Empfang des Schlußzeichens eingeschaltet. Nach dessen Eingang ist Leitung L^8 a/b frei zu melden.

b) Es liege eine Gesprächsanmeldung für Leitung L^1 a/b vor: Abfragestöpsel S in die Fernklinke Kf^1 ; Anrufen des fernen Amtes mit der Taste T^1 . Das weitere Verfahren wie vorstehend.

B. Betrieb in Störungsfällen. Von den beiden Fernleitungen seien nur je ein Draht, z. B. 1^b und 2^a , betriebsfähig: Stöpsel S^1 in die Vorschaltklinke des betriebsfähigen Drahtes 1^b , Stöpsel S^2 in die Vorschaltklinke des betriebsfähigen Drahtes 2^a . In die Vorschaltklinken der gestörten Drähte sind je nach der Art der Störungen gewöhnliche lose Stöpsel einzusetzen. Ist ein Leitungsdraht durch Erdschluß oder durch Berührung mit anderen Drähten gestört, so wird er durch einen roten Stöpsel

isoliert; wenn dagegen die Störung in einer Unterbrechung besteht, so ist der Draht durch einen schwarzen Stöpsel an Erde zu legen. Das Verfahren bei Ausführung der Verbindungen bleibt unverändert.

C. *Gesprächs-kontrolle.* Soll bei außergewöhnlich langem Ausbleiben des Schlußzeichens oder aus sonstiger Veranlassung geprüft werden, ob in einer Verbindung noch gesprochen wird, so ist der Abfragestöpsel S bei losgelassenem Hebel h des Fernhörerers F in die Fernklinke einzuführen. Da hierbei die Induktanzrolle dem Fernhörer vorgeschaltet ist, so kann eine merkliche Schwächung des etwa noch im Gange befindlichen Gesprächs kaum eintreten. Immerhin

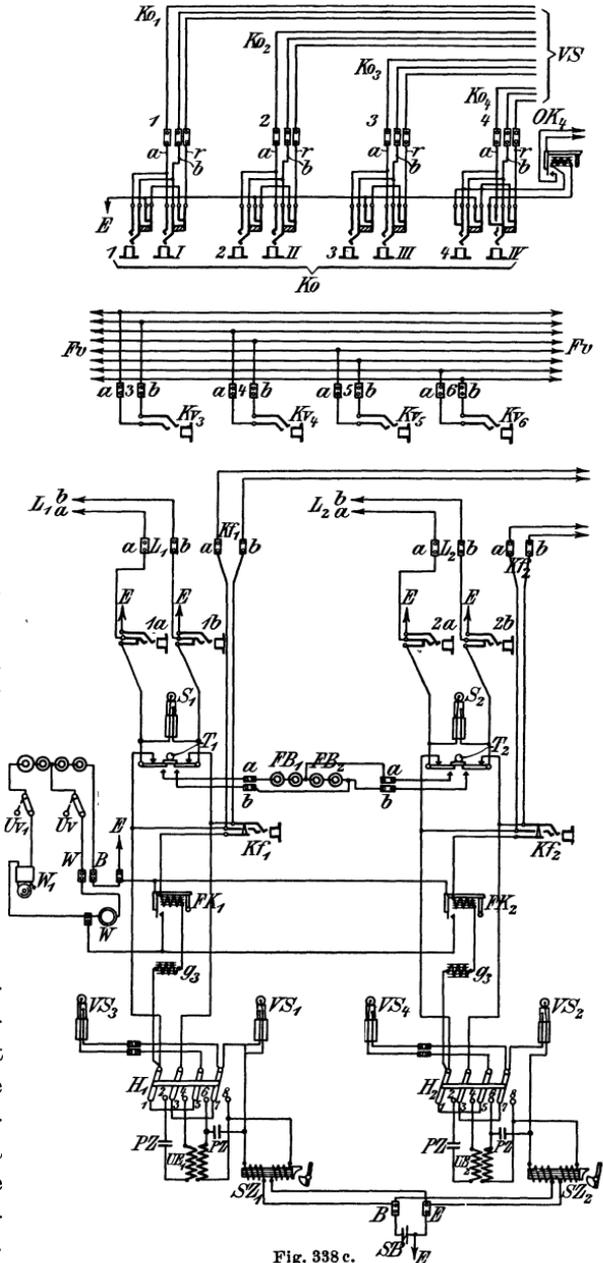


Fig. 338 c.

Stromlauf zum großen Fernschrank für selbsttätiges Schlußzeichen.

ist es zweckmäßig, das Kontrollieren nach Möglichkeit einzuschränken.

Wenn die Fernschränke mit Vielfachsystemen M. 1902 (mit selbsttätigem Schlußzeichen) zusammen arbeiten sollen, so wird die Schlußzeichenschaltung jetzt, wie folgt, ausgeführt. Die Ortsklappen fallen bis auf eine weg, und statt der 4 Ortsklinken werden 8 neue Klinken Ko benutzt, von der Form, wie sie Fig. 338 c zeigt. Aus dieser Figur ergibt sich auch die neue Schaltung. Zwischen den Ortsschränken und dem Fernschrank werden die nötigen Mitteilungen über herzustellende Verbindungen in der

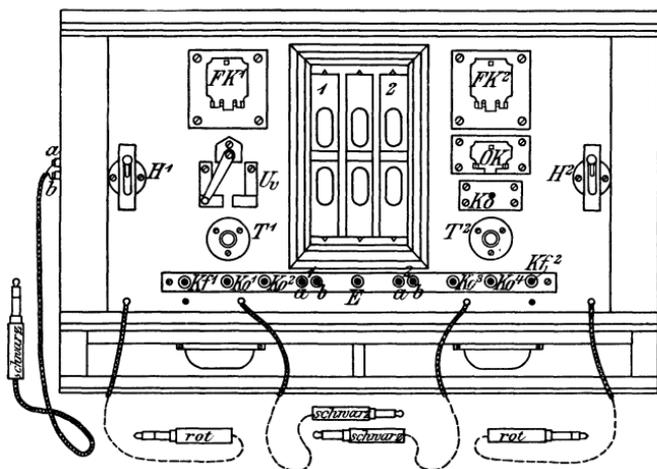


Fig. 339 a.

Kleiner Fernschrank (M. 1900).

Leitung Ko_4 (Dienstleitung) ausgetauscht; diese wird durch die Ortsschränke in Vielfachschaltung geführt, wenn die Gesprächsanmeldungen aus dem Orte am Fernschrank aufgezeichnet werden sollen. Die Ortsanschlüsse selbst werden — nach Vereinbarung in der Leitung Ko_4 — für die Ferngespräche auf eine der Leitungen Ko_1 bis Ko_3 gelegt.

Will der Beamte des Fernschrankes einen Teilnehmer anrufen, so setzt er den Stöpsel S in eine der Klinken Ko_1 bis Ko_3 ein. Für die eigentliche Fernverbindung wird dann der Stöpsel VS_1 oder VS_2 in die parallel zu Ko_1 bis Ko_3 liegenden Klinken Ko_I bis Ko_{III} gesetzt. Hat das Gespräch begonnen, so wird S entfernt.

Solange die Fernverbindung im Gange ist, muß eine der beiden Klinken Ko gestöpselt sein, weil sonst das Schlußzeichen am Ortsschranke erscheinen und zur vorzeitigen Trennung der Verbindung führen würde. Hat der Teilnehmer sein Gespräch beendet, so gibt er durch Anhängen seines Fernhörers selbsttätig das Schlußzeichen nach dem Fernschranke. Denn er schließt über seinen nicht verriegelten Wecker den Stromkreis der Batterie SB über das Schlußzeichengalvanoskop SZ . Der Beamte des Fernschanks zieht hierauf den Verbindungsstöpsel aus der Klinke Ko_I (oder $Ko_{II, III}$), legt dadurch die dritte Ader r der benutzten Zuleitung zum Ortsschranke an Erde und schließt auf diese Weise den Stromkreis der Schlußzeichenbatterie des Ortsamts über das in der nämlichen dritten Leitungsader liegende Schlußzeichengalvanoskop. Nun hat der Beamte des Ortsschanks ebenfalls die Verbindung zu trennen.

Der kleine Fernschrank (M. 1900).

Eine vereinfachte Form des Klappenschanks für zwei Fernverbindungs-Doppelleitungen zeigt Fig. 339 a. Diese kleinen Fernschranke kommen namentlich da zur Verwendung, wo der Fernverkehr gering ist. Sie enthalten für jede Doppelleitung eine Fernklappe FK (mit 1500 Ohm Rollen-Widerstand), einen Hebelumschalter H zum Aus- und Einschalten des Induktions-Übertragers, eine Doppel-taste T ; außerdem für beide gemeinsam drei Sanduhren, einen Schnarrwecker mit Kurbelausschalter U_v , eine Klappe OK für den Ortsverkehr und die zugehörige Klinke Ko . Zum Abfragen

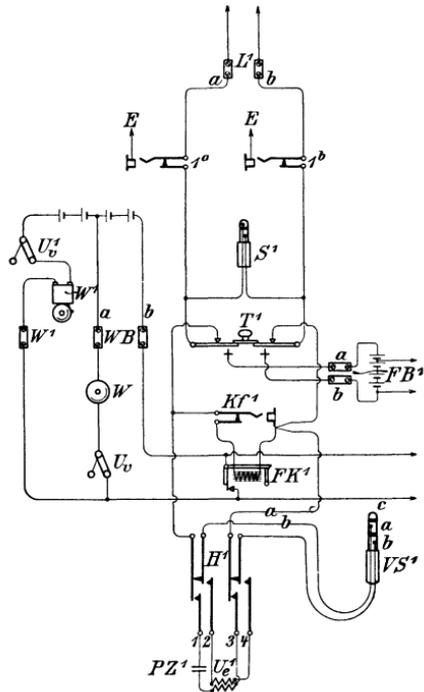


Fig. 339 b.

Stromlauf zum kleinen Fernschrank (M. 1900).

dient ein neben dem Schranke anzubringendes Abfragegehäuse (Seite 375).

Die Elektromagnetrolle der Fernklappe ist mit einem topfförmigen, mehrfach geschlitzten Eisenmantel von 4 mm Stärke umgeben, der die Selbstinduktion erhöht. Fig. 339b gibt den durch Wegfall der Induktanzrolle und des zugehörigen selbsttätigen Umschalters vereinfachten Stromlauf wieder; rechts ist das gleiche System für die Leitung L_2 wiederholt zu denken. Zwischen der Kontaktfeder 1 des Hebelumschalters und der einen Umwindung des Induktionsübertragers U_e ist ein Satz Polarisationszellen eingeschaltet, um das sichere Abfallen der Fernklappe beim Schlußzeichen auch dann zu gewährleisten, wenn der Übertrager durch Umlegen des Hebelumschalters parallel zu der Klappe geschaltet ist. Bei den neueren Apparaten liegt die selbsttätige Schlußzeicheneinrichtung (vgl. den großen Fernschrank) zwischen den Klemmen 2 und 4 des Hebelumschalters.

Der Fernschrank kleiner Form vermag außer den Fernleitungen 5 Ortsverbindungsleitungen aufzunehmen, von denen 4 lediglich auf Klinken Ko^{1-4} und eine (als Meldeleitung) auf Klinke Ko und Klappe OK liegen.

Fernschranke M. 1905. In jüngster Zeit sind Fernschränke für 4 Fernleitungen mit Vielfachumschaltern M. 1902 in Verbindung gebracht worden, hauptsächlich um an Raum zu sparen. Wenn nötig, werden ihnen außerdem besondere Meldeschränke zur Aufnahme der Gesprächsanmeldungen beigegeben.

Jeder Schrank (Fig. 340a) bildet einen Arbeitsplatz und ist 60 cm breit, 1,25 m hoch und — in Höhe der Schreibfläche gemessen — 75 cm tief. Die Kabel für die Klinken und Klappen sind an den Seitenwänden entlang an Lötösenbretter geführt, wo die von außen kommenden Drähte und Kabel angeschlossen werden. Zu deren Aufnahme befindet sich unterhalb der Lötösenbretter ein Holzkanal, und passende Ausschnitte in den Seitenwänden gestatten das Übertreten der Kabel und Drähte von einem Schrank zum andern.

Jeder Fernleitung ist eine Fernklinkenleitung zugeordnet (vergl. Fig. 340d), die zur Verbindung zweier in verschiedenen Schränken liegender Fernleitungen dient, und jedem Schrank, also je 4 Fernleitungen, in der Regel eine Ferndienstleitung, die zur Verständigung der Beamten untereinander über die Vorbereitung

der Gesprächsverbindungen u. s. w. benutzt wird. Beide Leitungsgruppen sind vielfach geschaltet; die Ferndienstleitung ist an jedem Schrank, die Fernklinkenleitung an jedem zweiten Schrank mit einer Klinke vertreten. Bei größeren Fernverkehrsstellen (etwa mit mehr als 10 Schränken) gibt man jeder Fernleitung

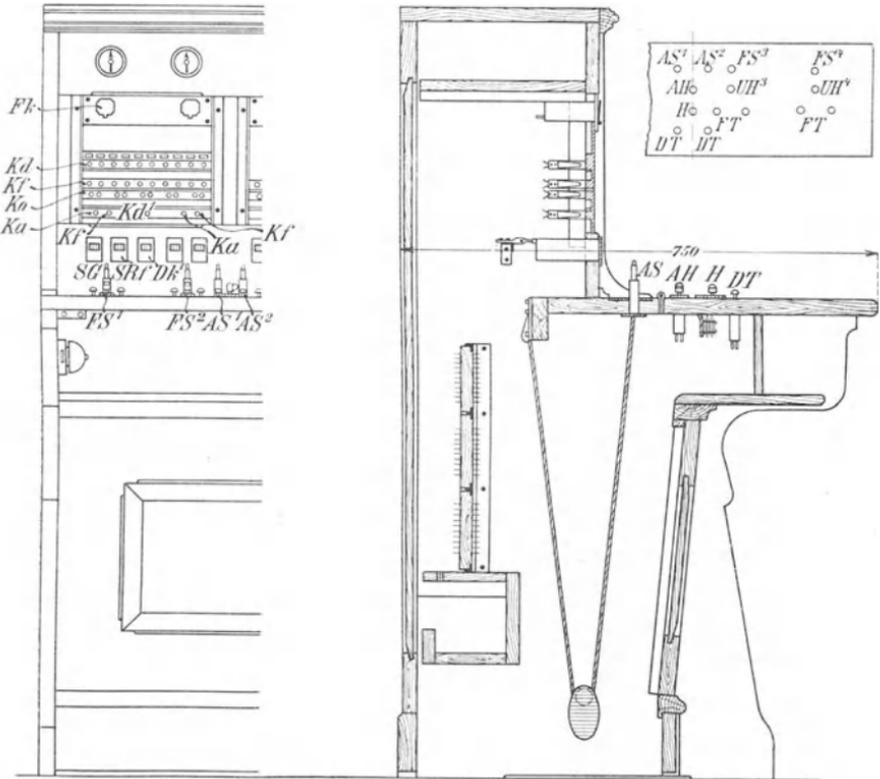


Fig. 340 a.
Fernschrank (M. 1905).

eine besondere Dienstleitung bei und führt beide Leitungen über den Klinkenumschalter. Muß bei einer solchen Stelle die Fernleitung auf einen anderen Platz (Schrank) umgelegt werden, so legt man die zugehörige Dienstleitung mit um. Die Beamten können dann jede gewünschte Fernleitung erreichen, ohne daß sie wissen müssen, an welchem Platze sie liegt. Auf die Ortsan-

schlüsse werden die Fernleitungen mit Hilfe von „Ortsverbindungsleitungen“ geschaltet, die ebenfalls an jedem zweiten Fernschrank auf Vielfachklinke liegen. Die Verständigung mit dem Beamten des Ortsamts geschieht ebenfalls in Dienstleitungen; in der Regel sind 2 „Ortsdienstleitungen“ vorhanden, von denen die eine als Vorratsleitung dient. Diese Ortsdienstleitungen liegen vielfach geschaltet an jedem Fernschrank auf einer „Dienstleitungstaste“.

Die Anordnung der verschiedenen Apparateile zeigt Fig. 340a. Das Klinkenfeld jedes Schrankes ist in 2 gleiche Teile geteilt. In jeder Feldhälfte ist zu unterst ein Streifen freigelassen. Darüber liegt der Streifen mit den Abfrage- und den Verbindungsklinken (Ka und Kf) für die Fernleitungen, der Abfrageklinke Kd¹ für die zu jedem Schranke gehörige Dienstleitung (in der linken Hälfte) und (in der rechten Hälfte an der gleichen Stelle) der Klinke Km für die Dienstleitung nach dem Meldeschrank. Ist für jede Fernleitung eine Dienstleitung vorhanden, so faßt man die 4 Dienstleitungen jedes Schrankes am Klinkenumschalter zusammen und schaltet sie auf die erwähnte Abfrageklinke Kd¹. Die folgenden beiden Streifen enthalten die Klinken der Ortsverbindungsleitungen Ko, dann kommen die Vielfachklinken Kf der Fernklinkenleitungen und darüber die zugehörigen Vielfachklinken Kd der Ferndienstleitungen, sowie ein Streifen mit Bezeichnungstafelchen. Den Abschluß nach oben bilden die Fernklappen FK und die Gesprächszeitmesser. Unterhalb des Klinkenfeldes sitzen die Schlußzeichengalvanoskope, und zwar 4 Ortsschlußzeichen SG und 4 Schlußzeichen SRF für die zugehörigen Fernklinkenleitungen, und ferner ein Anrufzeichen (ebenfalls ein Galvanoskop) für die Ferndienstleitung des Schrankes.

Auf der Tischplatte stehen die Stöpsel, Tasten und Hebelumschalter, die zur Herstellung der Verbindungen gebraucht werden; in Fig. 340a ist oben rechts die Hälfte des Stöpselbrettes dargestellt. Es sind im ganzen 4 Stöpsel FS, in die je eine Fernleitung ausläuft, und davor je 2 Ruftasten FTa und v, sowie je 1 Hebelumschalter (Übertragerschalter) UH, ferner in der Mitte vor dem Klinkenfelde 2 Abfragestöpsel AS mit dem Stöpselwähler AH, davor der Sprechschalter H und die beiden Tasten DT für die Ortsdienstleitungen.

Im obersten Teile des Schrankes sind auf einem einschiebbaren Brett die 4 Übertrager abwechselnd längs und quer befestigt;

außerdem sind sie zur Verhütung gegenseitiger Beeinflussung durch leichte eiserne Schutzbleche voneinander getrennt.

Damit die von außen in den Fernleitungen ankommenden Rufsignale abgehört werden können, schließt der Anker der Fernklappen einen Kontakt, der einen Summer einschaltet. Dieser Summer ist an der linken Seitenwand des Schrankes unter der Tischplatte befestigt.

Der Meldeschrank gleicht im Äußern dem Fernschrank; nur sein Klinkenfeld ist anders; Fig. 340c zeigt die Hälfte davon. An diesem Schrank liegt eine Anzahl Meldeleitungen, die das Ortsamt in Vielfachschtung durchlaufen, auf Klappe (AK) und Abfrageklinke (Ka). Zum Abfragen und Rufen sind die beiden Abfragestöpsel AS mit dem Stöpselwähler AH und der Sprechschalter H auf der Tischplatte in der Mitte vor dem

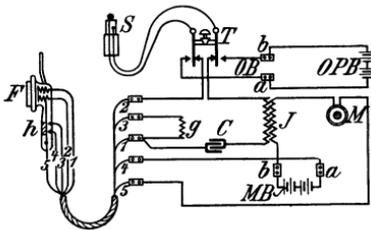


Fig. 340 b.

Abfrageapparat zum Fernschrank (M. 1905).

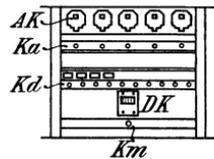


Fig. 340 c.

Klinkenfeld des Meldeschrankes.

Klinkenfelde gruppiert. Als Abfrageapparat dient hier wie an dem Fernschrank ein Brustmikrophon und ein Kopffernhörer, die mittels Doppelstöpsels auf die Klinken M und F geschaltet werden. In dem Meldeschrank liegen ferner sämtliche Ferndienstleitungen auf Klinke Kd; nur die besondere Meldedienstleitung liegt auf Schauzeichen DK und Abfrageklinke Km. Von der Klinke Ko führt endlich eine Dienstleitung nach dem Ortsamte und liegt hier an einem Umschalter auf Klappe und Abfrageklinke. Der Meldeschrank kann also von jedem Fernplatz angerufen werden und selbst mit jedem Fernplatz und mit dem Ortsamte in Verbindung treten.

Der Betrieb gestaltet sich, wie folgt:

a) Anmeldung eines Gesprächs. Der Teilnehmer ruft das Ortsamt an; dieses verbindet ihn in einer freien Meldeleitung mit dem Meldeschrank. Hier wird die Anmeldung auf einem

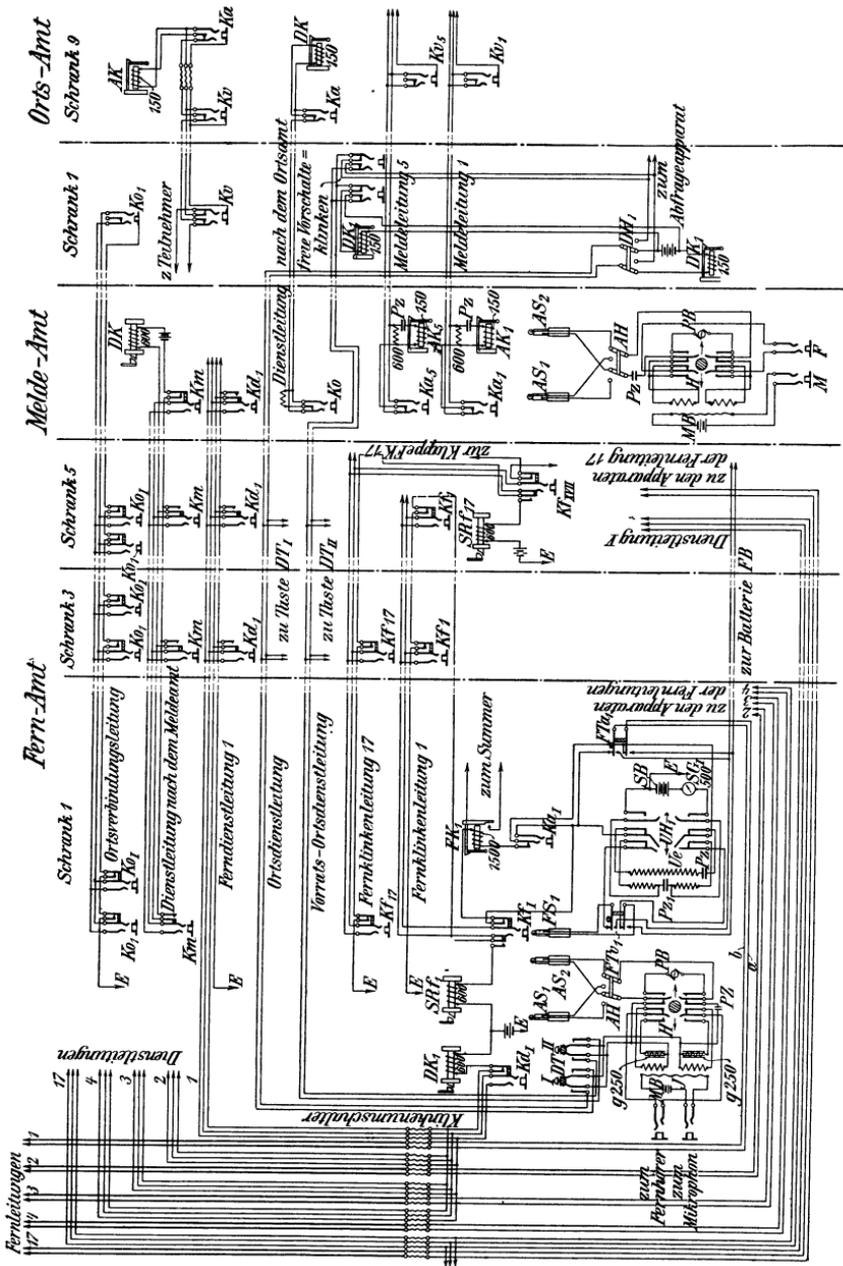


Fig. 340 d. Schaltung des Ferrisranks (M. 1905).

Gesprächszettel ausgefertigt und dann an das Fernamt weitergegeben. Auskünfte über die voraussichtliche Wartezeit u. dergl. holt der Beamte des Meldeschanks auf der zu dem beteiligten Fernplatz führenden Ferndienstleitung ein und gibt sie an den Teilnehmer weiter.

Stromlauf (vergl. Fig. 340d).

Teilnehmer — Ortsvielfachumschalter (Abfrageklinke) — Schnurpaar mit Schlußzeichenbrücke — Vielfachklinke einer freien Meldeleitung, z. B. K_v , an Schrank 9 — Anrufklappe $A K_1$, die durch Rufen vom Schrank 9 aus fällt. Darauf Stöpsel $A S_1$ (oder $A S_2$) in K_a und Abfragen. Nach Aufnahme der Anmeldung Stöpsel $A S_1$ aus K_a herausgezogen. Der Stromkreis der Schlußzeichenbatterie des Ortsamts wird dadurch über den Widerstand (600 Ohm) geschlossen, welcher der Klappe $A K_1$ parallel liegt. Die Klappe kann hierbei nicht wieder fallen, weil sie durch den Zellsatz PZ gegen Gleichstrom abgesperrt ist (gerufen wurde mit Wechselstrom). Wird während der Anmeldung eine Erkundigung beim Fernschrank nötig, so bleibt $A S_1$ in K_a stecken (damit das Schlußzeichen im Ortsamt nicht vorzeitig erscheint), $A H$ wird umgelegt und $A S_2$ in die Klinke K_d der betr. Ferndienstleitung, z. B. K_{d_1} , gesetzt. Hierdurch werden die beiden rechts gezeichneten Federn in Berührung gebracht, und die Klappe $D K_1$ am Fernschrank erhält Strom aus der Anrufbatterie (Stromlauf: Erde E — $D K$ — Klinke K_{d_1} (rechte Federn) — dritter Draht der Dienstleitung — Klinke K_{d_1} (rechte Federn) — vierter Draht der Dienstleitung — Erde E).

b) Verbindung des Teilnehmers mit der Fernleitung. Fällt die Fernklappe, z. B. $F K_1$, so wird der Abfragestöpsel ($A S_1$ oder $A S_2$) in die Abfrageklinke K_a gesteckt. Abfragen. Stromlauf: Fernleitung 1, Taste $F T_a$, Klinke K_a , Stöpsel $A S_1$ (oder $A S_2$), Sprechschalter H , Abfrageapparat (Fernhörer und Mikrophon, angeschaltet mittels Doppelstöpsels auf die beiden in der Zeichnung links dargestellten Klinken). Die Fernklappe wird dabei abgeschaltet.

Die verlangte Ortsanschlußleitung wird mit Hilfe des Beamten am Vorschalteschrank auf eine Ortsverbindungsleitung geschaltet. Zu dem Zwecke drückt der Beamte am Fernschrank die Taste $D T_1$. Hierdurch wird die Klappe $D K_1$ am Schrank 1 des Ortsamts zum Fallen gebracht. Der Beamte dieses Schanks legt den Hebel $D H_1$

um und meldet sich. (Bei lebhaftem Verkehr bleibt der Hebel DH_1 umgelegt, und der Beamte hat den Hörer dauernd am Ohr.) Auf die Mitteilung, welche Anschlußleitung gewünscht wird, prüft er diese auf Freisein und sagt, wenn sie nicht besetzt ist, sogleich die Nummer der zu benutzenden Ortsverbindungsleitung an, z. B. Nr. 1. Zugleich verbindet er die Klinke K_v des Teilnehmers mit der Klinke Ko_1 durch ein Schnurpaar. Am Fernschrank wird AS_1 (oder AS_2) in Ko_1 gesetzt, der Teilnehmer gerufen (durch Umlegen von H in der Zeichnung nach rechts), hierauf FS_1 in die Klinke Ko_1 gesteckt und Umschalter UH_1 nach hinten umgelegt. In dieser Stellung des Sprechschalters sind die 4 Mittelfedern voneinander getrennt, dagegen alle übrigen 6 Kontakte geschlossen. Hierdurch ist, wie ersichtlich, die Schlußzeichenbatterie SB samt dem Galvanoskop SG_1 in die Mitte der geteilten primären Übertragerspule und dadurch über den Stöpsel FS_1 in die Ortsanschlußleitung, die Fernleitung aber auf die sekundäre (die ungeteilte) Übertragerspule geschaltet. Zum Empfang des Schlußsignals aus der Fernleitung bleibt in dieser die Fernklappe FK_1 parallel zur Übertragerspule liegen.

Hat das Ferngespräch begonnen, so werden die Abfragestöpsel AS_1 und AS_2 aus den Klinken Ko_1 und Ka_1 herausgezogen.

Hängt der Teilnehmer seinen Hörer wieder ein, so erscheint das Schlußzeichen SG_1 . Stromlauf: Batterie SB und Schlußzeichen SG_1 , Hebel UH_1 , primäre (geteilte) Übertragerspule Ue , Taste FTv_1 , Stöpsel FS_1 , Klinke Ko_1 , Klinke Ko_1 im Ortsamt, Schnurpaar, Klinke K_v , Anschlußleitung, Sprechstelle des Teilnehmers, und zwar der nicht durch Zellen gesperrte Weckerkreis. Hierauf wird der Stöpsel FS_1 aus Ko_1 entfernt und dadurch selbsttätig das Schlußzeichen nach dem Ortsvielfachumschalter (dem Vorschalterschrank) weitergegeben.

c) Verbindung zweier Fernleitungen. Von einer Fernleitung, z. B. Nr. 1, werde eine zweite, z. B. Nr. 17, gewünscht, die auf dem Schrank 5 liegt. Stöpsel AS_1 (oder AS_2) in die Klinke Kd der Ferndienstleitung, die nach Schrank 5 führt (oder, wenn für jede Fernleitung eine eigene Ferndienstleitung vorhanden ist, in die Klinke Kd_{17}). Am Fernschrank 5 erscheint das Schauzeichen DK_5 (vgl. DK_1). Der angerufene Beamte führt seinen Abfragestöpsel AS_1 (oder AS_2) in Kd_1 (Schrank 5) ein, erfährt die gewünschte

Fernleitung, steckt hierauf Stöpsel FS_{17} in die Klinke Kf_{XVII} der Fernklinkenleitung 17 und benachrichtigt hiervon den Beamten am Schrank 1. Dieser Beamte setzt nun FS_1 in die Vielfachklinke Kf_{17} . Durch das Stöpseln der Klinke Kf_{XVII} am Schranke 5 wird die Fernklappe FK_{17} aus- und dafür das Schauzeichen SRf_{17} eingeschaltet. Es wird sichtbar, weil der Stromkreis der Batterie über den Kontakt der beiden linken Federn von Kf_{XVII} geschlossen wird, und es verschwindet wieder, sobald der Beamte am Schranke 1 die Klinke Kf_{17} stöpselt und dadurch die Erdverbindung löst. Für den Beamten des Schanks 5 ist dies das Zeichen, daß der andere Beamte auf die richtige Leitung gestöpselt hat. An beiden Fernschränken sind die Übertrager, die Schlußzeichengalvanoskope und auf dem Schranke 5 die Fernklappe ausgeschaltet; nur die Fernklappe FK_1 bleibt als Schlußklappe in Brücke liegen. Die Verbindung wird von dem Beamten am ersten Schrank überwacht, d. h. an dem Schrank, von dem aus die Weiterverbindung veranlaßt wird. Dieser Beamte ruft auch den gewünschten zweiten Fernort an. Erhält er aus der Leitung 1 das Schlußzeichen, d. h. sieht er die Klappe FK_1 wieder fallen, so zieht er Stöpsel FS_1 aus Kf_{17} heraus und gibt dadurch das Schlußzeichen an den Schrank 5 weiter; denn das Schauzeichen SRf_{17} wird nun wieder sichtbar.

Fernschrank für Zentralbatteriebetrieb. Zu den Vielfachumschaltern für ZB-Betrieb werden Fernschränke benutzt, welche in den wesentlichen Punkten dem eben beschriebenen gleich sind. Es handelt sich nur darum, die Eigentümlichkeiten des ZB-Betriebes zu berücksichtigen. Außerdem werden bei diesen Fernschränken Glühlampensignale verwendet. Im folgenden wird die Schaltung des Fernschanks von Siemens & Halske, wie er beim Fernamt I in Berlin aufgestellt worden ist, beschrieben; Fig. 340e, zu vergl. mit Fig. 340d.

a) Die Anmeldung eines Gesprächs erfolgt wie auf Seite 425/6 beschrieben. Das Ortsamt verbindet den rufenden Teilnehmer zunächst mit dem Verteilungsamt und ruft mit dem Sprechumschalter. Der Rufstrom (Wechselstrom) erregt auf dem Verteilungsamt das Anrufrelais AR ; dessen Anker schließt den Stromkreis der Batterie einmal über die Anruflampe AL , dann über das Platzrelais PR [dessen Anker den Stromkreis der Platzlampe PL schließt] und außerdem über die Haltewicklung des

Anrufrelais AR, sodaß diese Stromkreise auch geschlossen bleiben, wenn der Rufstrom zu Ende ist. Sie werden erst unterbrochen, wenn der Verteilungsbeamte einen freien Verbindungsstöpsel VS in die Klinke VK einschiebt; hierbei wird der Stromkreis der Haltewicklung und des Platzrelais geöffnet, und beide Lampen erlöschen. Der rufende Teilnehmer wird hierdurch mit einem freien Beamten des Meldeamts verbunden. Wie der Stöpsel VS angehoben wird, schließt der Umschalter U den Kontakt e. Hierdurch erhält die Überwachungslampe ÜL im Verteilungsamt Strom [E, B, e, U, d, 2, ÜL, 4, E] und zugleich die zu ÜL parallel geschaltete Anruf-lampe AL auf dem Meldeamt. Hier legt der Beamte den Sprechumschalter H um, wodurch sein Abfrageapparat mit der Leitung des rufenden Teilnehmers verbunden wird; gleichzeitig [Federn 5 und 6 von H] erhält das Relais R beim Verteilungsamt Strom und zieht seinen Anker an, worauf ÜL und AL erlöschen. Es bekommt nun aber das Relais HR über Kontakt 1 und Leitung c Strom; sein Anker öffnet den Kontakt 4, schließt 5; über 5 empfängt nun HR Strom aus der Leitung ff₁. Die Federn 7 und 8 legen die Lampe BL (Besetztanzeige) an Erde, so daß sie aufglüht. Der Meldebeamte nimmt nun die Gesprächsmeldung entgegen und befördert den Meldezettel zum Fernamt. Zur Erledigung etwaiger Fragen beim Fernamt dient der Dienststöpsel DS, welcher in eine der Dienstklinken Kd eingeschoben wird. Darauf legt der Beamte den Sprechumschalter in die Ruhestellung zurück. BL erlischt, R wird stromlos und läßt seinen Anker los. Nun erhält über die Leitung ff₁, Kontakt 5, Leitung c, h, Kontakt 3 die Schlußlampe SL Strom. Zieht der Verteilungsbeamte den Stöpsel VS aus der Klinke und läßt ihn wieder auf U nieder, so wird auch HR stromlos, sein Anker fällt ab, SL erlischt.

Beim Einführen des Dienststöpsels in die Klinke Kd verbindet der Meldebeamte seinen Sprech- und Hörapparat über die Leitungen a und b mit der Dienstabfrageklinke Kda und legt die Batterieleitung d an die Leitung der Dienstlampe. Darauf führt der Fernbeamte einen der beiden Stöpsel AS in Kda ein und kann nun mit dem Meldebeamten sprechen.

b) Verbindung einer Fernleitung mit einer Anschlußleitung. Ein Ruf aus der Fernleitung erregt das Fernrelais FR, welches seinen Anker anzieht und damit den Stromkreis schließt für die Fernlampe FL und die beiden Relais HR und PR. Das

Relais HR (Halterelais) hält den Stromkreis für FL und PR geschlossen, auch nachdem der Rufstrom aufgehört hat. FL und PL leuchten. Der Beamte führt nun den Stöpsel AS₁ in die Abfrageklinke Ka ein, um sich mit der Fernleitung zu verbinden; hierbei wird der Kontakt 5, 6 in Ka unterbrochen, die Lampen FL und PL erlöschen. Zugleich wird das Fernrelais FR abgeschaltet (Unterbrechung bei 1, 2 in Ka). Die Fernleitung ist jetzt von FTa ab über den Übertrager Ue und FTv mit den Federn 3 und 4 von Ka in Verbindung und von da über den Stöpsel AS₁ mit dem Abfrageapparat des Fernbeamten. (Vom Mikrophonstromkreis ist nur die Primärspule P gezeichnet.) Der Beamte nimmt die Meldung entgegen.

Es handelt sich nun darum, den verlangten Teilnehmer mit der Fernleitung zu verbinden. Der gleiche Fall liegt vor, wenn ein Teilnehmer des Ortsamtes ein Ferngespräch angemeldet hat, und nun die Fernleitung frei gemeldet wird.

Der Fernbeamte drückt die Diensttaste DT, wodurch er seinen Abfrageapparat auf die Dienstleitung DLv zum Vorschalteschrank des Ortsamtes legt; er teilt dem dortigen Beamten die Nummer des gewünschten Teilnehmers mit. Der Beamte verbindet die Teilnehmerleitung mit einer Ortsverbindungsleitung nach dem Fernamt und meldet deren Nummer in der Dienstleitung zurück. Nur wenn der Teilnehmer schon bei einem Ferngespräch beteiligt ist, meldet er die Leitung besetzt. Zugleich ruft der Beamte am Vorschalteschrank den gewünschten Teilnehmer an. Inzwischen setzt der Fernbeamte den Stöpsel AS₂ in die Klinke KO₁ der Ortsverbindungsleitung und verbindet sich mit dem Teilnehmer, indem er den Stöpselwähler AH umlegt. Wenn nötig, wird der Anruf des Teilnehmers mittels H₁ (nach rechts legen) wiederholt. Wenn der Teilnehmer sich meldet, wird der Fernstöpsel FS in die Klinke KO₁ der Ortsverbindungsleitung gesteckt. Die beiden Teilnehmer sind nun verbunden. Zugleich wird der Umschalter UH umgelegt, so daß die Batterie über die Federpaare 9, 10 und 11, 12 an den beiden Polen der Polarisationszelle des Übertragers liegt. Solange das Gespräch dauert, ist die Zelle PZ durch die Teilnehmerleitung überbrückt; das Relais SR hat also Strom, zieht seinen Anker an und hält den Kreis der Schlußlampe Sl offen. Wird das Gespräch beendet, so verliert SR den Strom und nun leuchtet Sl auf.

Wird jetzt der Fernstöpsel FS gezogen, so erhält der Beamte am Vorschalteschrank ein Schlußzeichen. Beim Einstecken der

Stöpsel in KO_I wurde nämlich die Leitung c geerdet; in dieser liegt das Schlußzeichenrelais am Vorschalteschrank (Fig. 370); beim Ziehen des Stöpsels verschwindet also die Erdverbindung wieder.

Wenn der Fernstöpsel in die Klinke KO_I eingesetzt wird, bleibt AS_2 noch für eine kurze Weile in KO_1 , bis das Gespräch in Gang gekommen ist.

Die linken Kontakte am Umschalter H_1 werden zum Mithören benutzt; vor dem Fernhörer liegen noch zwei Drosselspulen g_I von je 250 Ohm. Die sekundären Spulen des Übertragers haben nur 25, die primären 3 Ohm.

c) Verbindung zweier Fernleitungen. Der Anruf aus der Fernleitung I erfolgt, wie vorher beschrieben. Die gewünschte Leitung II liege auf einem andern Arbeitsplatz. Der Fernbeamte I setzt den Stöpsel AS_2 in eine Dienstleitungsklinke und ruft den Beamten II an der gewünschten Leitung, wie im voranstehenden Abschnitt der Meldebeamte den Fernbeamten. Durch Einführen seines Stöpsels AS_1 verbindet sich der Beamte II mit I. Zur Verbindung der beiden Fernleitungen dient die Fernklinkenleitung der verlangten Leitung; der Beamte I führt den Fernstöpsel FS in Kf_I , der Beamte II den Fernstöpsel FS in Kf_1 , wodurch die beiden Leitungen verbunden sind. Der Beamte II drückt dann noch die Taste FTa, um den gewünschten Teilnehmer anzurufen. Ist das Gespräch zustande gekommen, so werden die Umschalter UH umgelegt (in der Figur nach oben), wodurch die Leitungen unter Umgehung der Übertrager unmittelbar verbunden werden.

Auf dem Fernplatz I ist das Fernrelais als Brücke zu den beiden Leitungszweigen (Taste FTa, Klinke Ka) geblieben. Gibt der Teilnehmer I das Schlußzeichen, so spricht FR an und läßt die Lampen FL und PL aufleuchten, wie beim Anruf beschrieben. Nun zieht der Beamte I den Stöpsel FS aus der Klinke Kf_I ; die Federn 3 und 4 der letzteren schließen den Stromweg [E; B; Kf_I , 3, 4; Hülsenleitung; Kf_1 , 1, 2; SL_1 ; E], so daß am Platz II die Schlußlampe SL_1 aufleuchtet. Der Beamte II zieht den Stöpsel FS aus der Klinke Kf_1 , hebt dadurch die Verbindung der Federn 1, 2 auf, und die Lampe SL_1 erlischt.

d) Nachtdienst. Die Fernleitungen werden am Klinkenumschalter umgelegt, so daß sie im Nacht-Fernamt endigen. Hier liegen je 10 Fernleitungen an einem Arbeitsplatz; außerdem werden je 30 Dienstleitungen am Klinkenumschalter zusammengefaßt und

an jedem Nacht-Fernplatz auf eine gemeinsame Dienstlampe gelegt. Die Nachtfernschränke werden am Tage als Meldeschränke benutzt.

Die Herstellung der Verbindungen vollzieht sich ebenso wie beim Tages-Fernamt.

Dieser Fernschrank wird benutzt in Verbindung mit dem Siemensschen Vielfachumschalter für ZB-Betrieb, der auf Seite 453

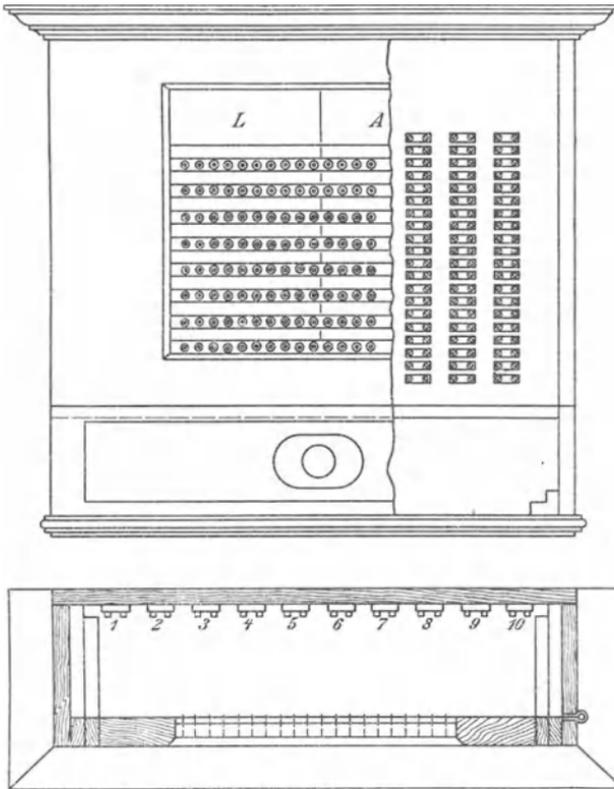


Fig. 342 a.

Klinkenumschalter für Fernleitungen.

bis 465 beschrieben wird. Zu dem ZB-Umschalter von Zwietusch (Seite 466 bis 471) gehört gleichfalls ein Fernschrank, der sich von dem Siemensschen im wesentlichen nur in den Punkten unterscheidet, die auf Seite 466 hervorgehoben werden: Verwendung des Trennrelais und dreidrähtige Verbindungseinrichtung. Auch

diesen Fernschrank in den Einzelheiten zu beschreiben, scheint entbehrlich; es würde hauptsächlich eine Wiederholung des schon Gesagten sein.

Die Klinkenumschalter für Fernleitungen (Fig. 342 a) werden bei Fernsprech-Vermittlungsanstalten mittleren und größeren Umfanges als Linienumschalter benutzt. Zu ihrer Anfertigung dienen Klinkenstreifen aus Vielfachumschaltern für Einzelleitungsbetrieb, die in die Tür eines schrankartigen Kästchens eingebaut und durch biegsame isolierte Drähte mit den im Innern des Kastens auf der Rückwand angebrachten Leitungs- und Apparatklemmen verbunden werden.

Folgende Größen stehen im Gebrauch:

Klinkenumschalter No.	V	mit 5 Streifen zu 20 Klinken			
-	-	VI	-	8	-
-	-	VII	-	17	-

Sie besitzen alle die gleiche Schaltungsanordnung (Fig. 342 b).

Die Drähte jeder Doppelleitung liegen an den Federn zweier Klinken in der mit L überschriebenen linken Umschalterhälfte, während die Zuführungsdrähte des zugehörigen Apparatsystems (Fernschrank usw.) an zwei symmetrisch gelegenen Klinken in der rechten, mit A bezeichneten Umschalterhälfte geführt sind. Zwei Klinken der linken Hälfte dienen zur Aufnahme von Erdleitungen, die entsprechenden Klinken der rechten Hälfte zum Anschließen des Meßinstrumentes. Unter gewöhnlichen Umständen stecken in den Klinken keine Stöpsel.

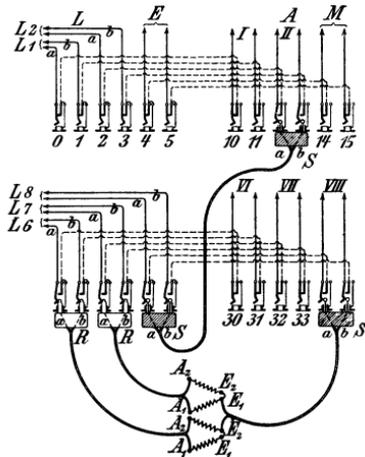


Fig. 342 b.

Stromlauf zum Klinkenumschalter.

Zur Ausführung der im Betriebe vorkommenden Umschaltungen kommen Verbindungsschnüre mit Stöpseln zur Verwendung, deren Hals derart mit einer isolierenden Hülle umgeben ist, daß beim Einsetzen des Stöpsels die Klinkenfeder über die Stöpselspitze mit einer Ader der Leitungsschnur in Verbindung tritt, während der Klinkenkörper isoliert bleibt.

An Schnüren werden benutzt:

1. zweiaderige mit je 2 Zwillingststöpseln zur Verbindung zweier Fernleitungen untereinander ohne Einschaltung von Apparaten (auch zur Verbindung einer Fernleitung mit einem Aushilfsapparat oder mit dem Meßsystem);
2. zweiaderige mit je 3 Zwillingststöpseln zur Verbindung zweier Fernleitungen unter Einschaltung eines beliebigen Apparatsystems;
3. einaderige Schnüre mit je 2 einfachen Stöpseln zur Verbindung einzelner Leitungsdrähte.

Die Klinkenumschalter können auch zur Ermöglichung des Doppelsprechens unter beliebigem Leitungs- und Apparatwechsel benutzt werden.

Klinkenumschalter M. 1904. Für die neueren, mit Dienstleitungen arbeitenden Fernverkehrstellen werden besondere Klinkenumschalter (M. 1904) benutzt, die für jede Fernleitung und jede Dienstleitung eine Leitungs- und eine Apparatklinke enthalten. Je nach der Größe der Betriebsstellen sind Umschalter mit Klinken für 60 Fernleitungen und 20 Doppelsprecheinrichtungen oder für 120 Fernleitungen und 40 Doppelsprecheinrichtungen in Gebrauch. Eine zu unterst eingesetzte Reihe von Parallelklinken nimmt die Zuleitungen zu den Meßsystemen, den Sprechapparaten u. s. w. auf.

In der äußeren Ausstattung schließen die Klinkenumschalter sich der Schrankform der Vielfachumschalter M. 1902 an. In dem oberen Teile sind die Klinken, in dem unteren die Lötösenbretter angebracht. Die von den Klinken kommenden Drähte können an die Vorder- oder die Rückseite des Lötösenbretts gelegt werden, je nachdem die Zuleitungskabel an die eine oder die andere Seite heranzuführen sind.

Den Stromlauf zeigt Fig. 343a. In der Fernleitungsklinke ist das Auflager für die b-Feder mit der Hülse dauernd leitend verbunden, damit ein einzelner gestörter Leitungszweig gemessen werden kann, ohne daß der andere betriebsfähige unterbrochen wird. Für die Verbindung der Leitungszweige mit dem Meßinstrument dienen besondere Stöpsel M S. Bei beiden Stöpseln liegt die Zuleitung zum Meßsystem an der isolierten Spitze. Der Stöpsel für den b-Zweig ist so kurz, daß seine Spitze nur die b-Feder abhebt, die a-Feder aber nicht berührt. An dem längeren Stöpsel für den a-Zweig bestehen der mittlere Teil und der Schaft

(bis an die Isolierschicht der Spitze heran) aus einem einzigen Metallstück, so daß beim Einsetzen des Stöpsels die b-Feder mit der Hülse und über diese mit dem Auflager verbunden bleibt.

Sollen in einzelnen Fällen von beiden Leitungszweigen — ohne Unterbrechung — Abzweigungen durch Stöpselung hergestellt werden, so werden zwei Stöpsel benutzt, deren Zuleitungen zur Spitze miteinander verbunden sind, während der Mittelteil und der Schaft wie bei dem Stöpsel zum Messen des a-Zweiges aus einem Metallstück bestehen. Der eine der beiden Stöpsel wird in die Leitungs-, der zweite in die Apparatklinke gesteckt. Die

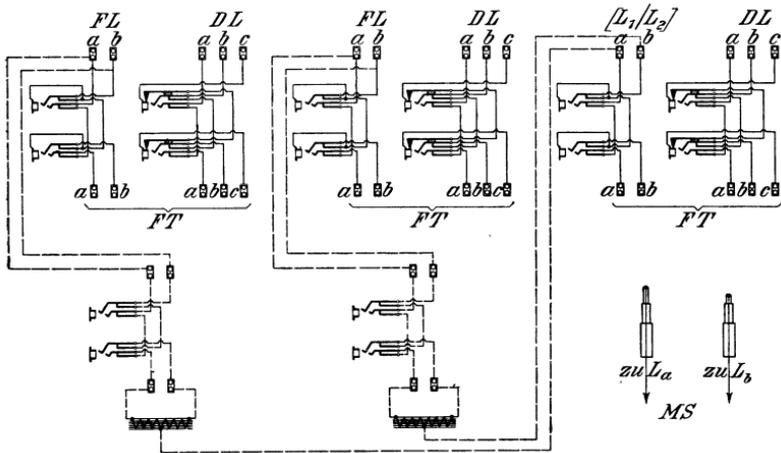


Fig. 343 a.

Stromlauf des Klinkenumschalters (M. 1904).

Unterbrechung des b-Zweiges wird dann in beiden Klinken durch die Hülsenverbindung, die des a-Zweiges durch die Verbindung der beiden Stöpselspitzen überbrückt.

Um die Feststellung und Eingrenzung von Leitungsstörungen zu erleichtern, solange genaue Messungen mit dem Universalmeßinstrument nicht erforderlich sind, werden Galvanoskope benutzt, von denen die kleineren Klinkenumschalter 3, die größeren 5 Stück mit einem Spulenwiderstande von 100 Ohm erhalten. Damit sowohl die Doppelleitungen als auch ihre Einzelzweige mit Hilfe des Galvanoskops geprüft werden können, sind 2 Stöpsel vorgesehen, von denen der eine (vgl. Fig. 343 b) zur Untersuchung

der Doppelleitung und des a-Zweiges und der andere zur Untersuchung des b-Zweiges dient. Soll der a-Zweig ohne gleichzeitiges Abtrennen des b-Zweiges geprüft werden, so werden ein oder zwei Galvanoskope noch an einen dritten Stöpsel gelegt, bei dessen Anwendung der b-Zweig mit der Klinkenhülse verbunden wird (vgl. Fig. 343 b).

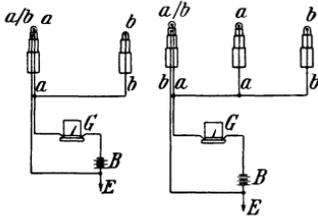


Fig. 343 b.

Prüfstöpsel zum Klinkenumschalter
(M. 1904).

Zur besseren Unterscheidung der verschiedenen Stöpselgruppen werden die Stöpselgriffe verschiedenfarbig geliefert und außerdem Bezeichnungen auf dem Stöpselbrett angebracht.

Vierundzwanzigster Abschnitt.

Vielfachumschalter.

Vielfachumschalter M. 1902 (Fig. 344—354) für Fernsprechämter mittlerer Größe und Teilnehmerstellen mit eigener Stromquelle. Die Vielfachumschalter für Doppelleitungen (M. 1902) sind in der Regel für 100 Anrufklappen und 1000 Teilnehmerklinken eingerichtet; ausnahmsweise wird der Klinkenrahmen so groß gemacht, daß er 1600 Teilnehmerklinken faßt. Jeder Schrank enthält außerdem 100 Abfrageklinken und 40 Klinken für Verbindungsleitungen; ferner 14 aus je einem Schnurpaar mit dreiteiligen Stöpseln und einem Hebelumschalter bestehende Verbindungsvorrichtungen, 14 selbsttätige Schlußzeichensätze mit je einem Schlußzeichen-Galvanoskop, einer Induktanzrolle und 4 Polarisationszellen, 1 Batterieanzeiger, 1 Rückruftaste, 1 Abfrageapparat, bestehend aus einem Brustmikrophon, einem Kopffernhörer nebst Anschlußstöpsel und einer Induktionsspule, endlich einer Induktanzrolle.

Je zwei Schränke werden mit einem Platzumschalter ausgerüstet, um in den Zeiten schwächeren Verkehrs zwei Arbeitsplätze zu einem einzigen vereinigen zu können. Die Hälfte der Anschlußleitungen wird auf die Schränke mit ungerader Nummer, die andere Hälfte auf die Schränke mit gerader Nummer gelegt;

da die Verbindungsschnüre so lang bemessen sind, daß sie über zwei Tafeln reichen, so läßt sich die Aufnahmefähigkeit eines

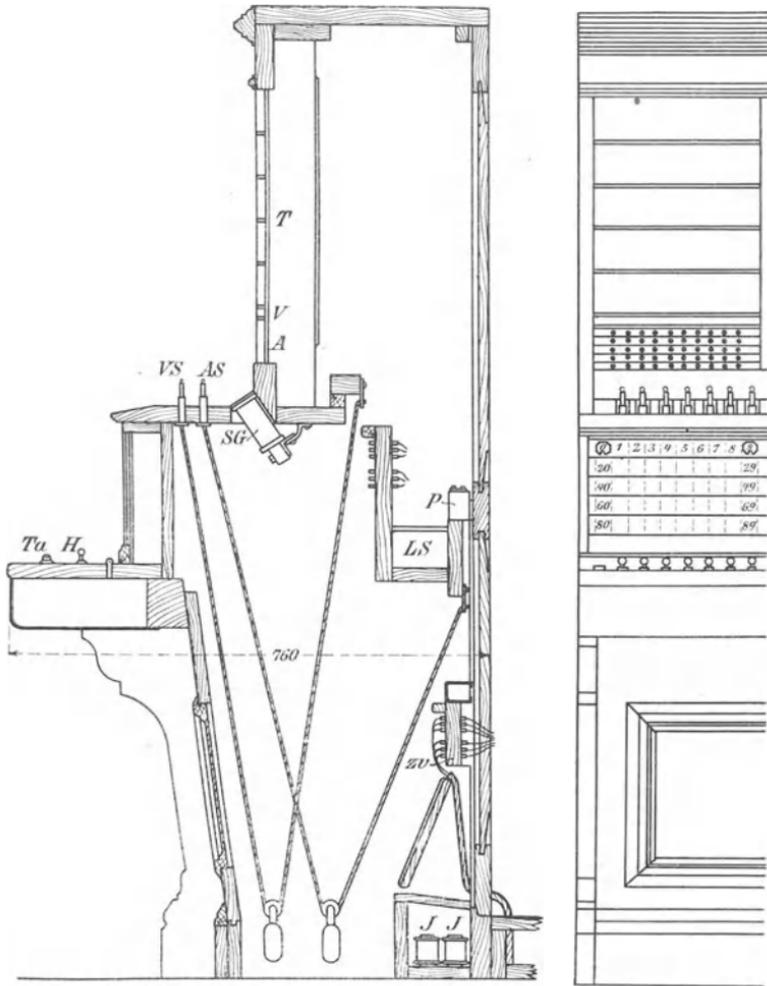


Fig. 344.

Vielfachumschalter kleiner Schrankform (M. 1902).

Fig. 345.

Amtes auf 2000 oder 3200 Teilnehmerleitungen steigern. Verteilt man das Klinkenfeld auf drei Arbeitsplätze, so kann ein Amt sogar bis zu 4800 Anschlußleitungen aufnehmen.

Die Klinkentafel wird durch eine senkrechte Leiste in zwei Abteilungen zerlegt, von denen Fig. 345 nur die eine darstellt. Sie enthält in der Richtung von oben nach unten 5 (oder 8) Felder zu 100 Teilnehmerklinken T (Fig. 344), einen Streifen V zu 20 Verbindungsklinken und 5 Streifen A zu 10 Abfrageklinken; darunter befinden sich in dem Winkel, den die Klinkentafel mit dem

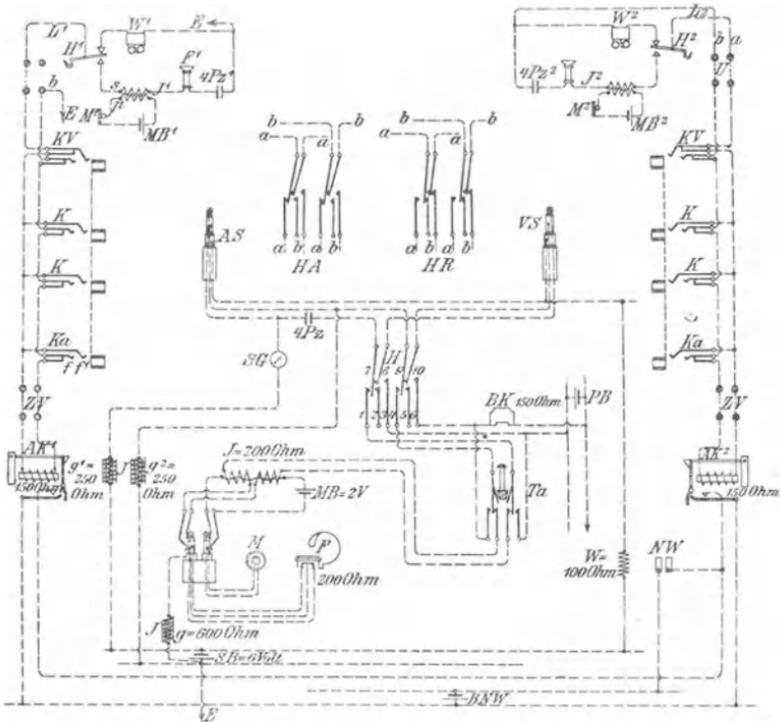


Fig. 346.

Stromlauf zum Vielfachumschalter (M. 1902).

Stöpselbrett bildet, die 14 Schlußzeichen-Galvanoskope SG; dann folgt das wagerechte Stöpselbrett, das den oberen Abschluß für die Klappentafel bildet; endlich unterhalb dieser das Schlüsselbrett mit den Hebelumschaltern H und Tasten Ta.

Die Teilnehmerleitungen durchlaufen zunächst die Vielfachklinken, von denen diejenigen der ersten beiden Schränke doppelte, die übrigen einfache Unterbrechungskontakte erhalten; von den

Klinken der beiden letzten Vielfachumschalter werden sie zu den an der Rückseite angebrachten unteren Lötösenbrettern eines Zwischenverteilers ZV (Fig. 344) geführt. Die Abfrageklinken und Anruflappen sind dagegen mit den oberen Lötösen fest verbunden. Durch leicht auswechselbare Drahtverbindungen zwischen den unteren und oberen Lötösen können also die Anschlußleitungen im Bedarfsfalle ohne Änderung ihrer Nummern auf beliebige Klappen geschaltet und etwaige Lücken unter den besetzten Klappen, wie sie beim Übergang der Teilnehmer von der Bauschgebühren- zur Einzelgebührenzahlung oder aus anderer Veranlassung entstehen, sogleich wieder ausgefüllt werden.

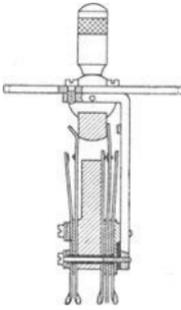


Fig. 347.
Sprechumschalter
in Ruhestellung.

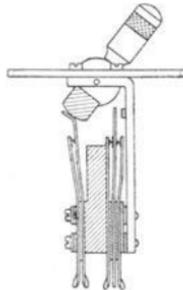


Fig. 348.
Sprechumschalter
in Abfragestellung.

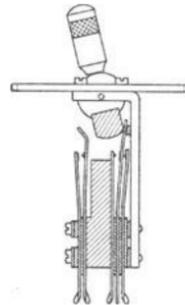


Fig. 349.
Sprechumschalter
in Rufstellung.

Fig. 346 gibt den Stromlauf des Vielfachumschalters M. 1902. Die Teilnehmerklinken K sind vierteilig; sie bestehen aus einem Messingkörper mit der Hülse, einer blattförmigen Klinkenfeder- auflage und zwei gebogenen Klinkenfedern, die unter sich und von dem Klinkenkörper durch Ebonitscheiben isoliert sind. An den Vorschaltesschränken tritt eine weitere Klinkenfeder hinzu (KV). Die Stöpsel setzen sich zusammen aus dem Griff und drei leitenden, durch Ebonitzwischenlagen von einander isolierten Teilen: einem längeren und einem kürzeren Messingzylinder, sowie einer birnförmigen Stahlspitze.

Fig. 347—350 zeigen die Einrichtung und Schaltung des zugehörigen Sprechumschalters. In der Ruhe- oder Durchsprechstellung (H in Fig. 346) steht der Hebel senkrecht; der Schlußzeichensatz liegt in der Brücke zwischen der a- und b-Ader des

Abfragestößels. Durch Umlegen des Hebels nach vorn wird der Umschalter in die Abfragestellung (HA in Fig. 346) gebracht; Feder 1 ist dann mit 2 und Feder 3 mit 4 verbunden, der Schlußzeichensatz liegt parallel zu dem Abfrageapparat und dieser steht auch in Verbindung mit dem Stößel VS. Durch Zurücklegen des Hebels entsteht die Rufstellung (HR in Fig. 346), bei der die

Federn 1 und 3 wieder von 2 und 4 getrennt, auf der andern Seite aber die Federn 6 und 9 von 5 und 8 abgehoben und

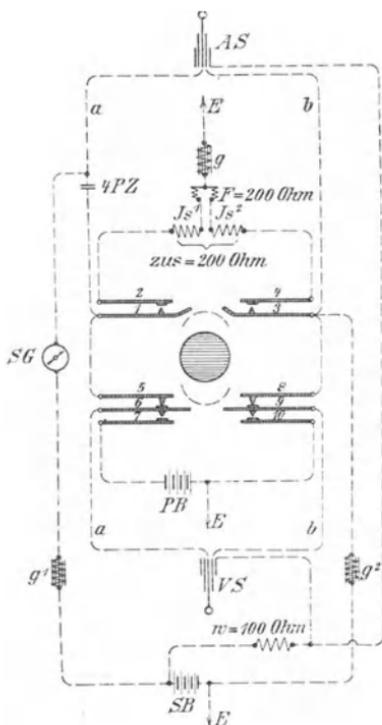


Fig. 350.

Stromlauf zum Sprechumschalter.

verlangte Teilnehmerleitung. Beim Loslassen des Hebels geht dieser von selbst in die Ruhestellung zurück. Soll in einer Verbindung mitgehört werden, so ist der Hebel in die Abfragestellung zu bringen.

Der stählerne Druckstift der Wecktaste (Fig. 351, Form von Mix & Genest) ist unten zugespitzt und bewegt sich federnd in der Führungsbuchse b und einer zylindrischen Öffnung des Messingprismas P, das rechts und links je zwei durch Ebonitscheiben

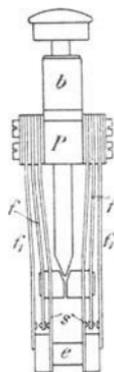


Fig. 351.

Wecktaste zum Vielfachumschalter (M. 1902).

mit 7 und 10 in Berührung gebracht sind. An diesen liegen die Zuführungen zur Polwechslerbatterie PB. Der Rufstrom gelangt über die a- und b-Ader des Stößels VS in die

isolierte Blattfedern aus Messing ff_1 und je eine Neusilberspange s trägt. Letztere sind am unteren Ende mit dem Ebonitzylinder e verschraubt, der sie in einem festen Abstand von etwa 1 cm erhält, und etwas oberhalb mit Ausschnitten versehen, durch welche kleine, an den Federn f sitzende Ebonitprismen mit abgeschrägten Oberkanten hindurchgreifen. Wird der Tastenstift nach unten gedrückt, so tritt seine Spitze zwischen diese Ebonitprismen und drängt sie auseinander, wobei sich der Kontakt der Feder f von s an f_1 verlegt; beim Loslassen der Taste drückt eine Spiralfeder in der Buchse den Tastenknopf nach oben und stellt die Ruheschaltung wieder her. An die Stelle dieser Taste ist jetzt die in Fig. 352 dargestellte Doppeltaste getreten, deren Wirkungsweise nach dem Gesagten keiner Erläuterung mehr bedarf.

Das Schlußzeichen erfolgt selbsttätig beim Anhängen des Fernhörers auf der anrufenden Teilnehmerstelle und wird dem Beamten des Vermittlungsamts durch die Ablenkung des Galvanoskops SG sichtbar gemacht, das in Hintereinanderschaltung mit der gemeinsamen Schlußzeichenbatterie SB und einer Induktanzrolle in der Brücke zwischen den Drähten der verbundenen Doppelleitungen liegt. Statt der Kontrollelemente sind bei jeder Sprechstelle 4 Polarisationszellen eingeschaltet, die nach dem Abheben des Fernhörers den Durchgang des Gleichstroms aus der Schlußzeichenbatterie verhindern, aber die Sprechströme ohne wesentliche Schwächung durchlassen. Auch in die a-Ader der Abfragestöpsel wird ein Satz Polarisationszellen gelegt, der den Durchgang des Gleichstroms zur zweiten Sprechstelle verriegelt.

Die Stadt-Verbindungsleitungen werden zur Verminderung des Bedarfs an Anrufklappen tunlichst in abgehende und ankommende getrennt; die abgehenden sind dabei in Vielfachschaltung nur über die Verbindungsklinken geführt, aber nicht auf Klappe gelegt. Die Bedienung der ankommenden, sowie derjenigen Verbindungsleitungen, die in beiden Richtungen benutzt werden sollen, geschieht an besonderen Vielfachumschaltern für Verbindungsleitungen (Fig. 353). Das Abfragesystem dieser Umschalter entspricht demjenigen für Teilnehmerleitungen, doch ist die Schluß-

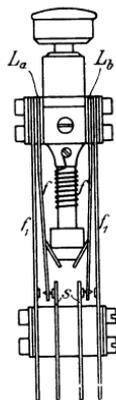


Fig. 352.
Neue
Wecktaste.

zeichenbatterie ausgeschaltet, und zwischen den beiden Wickelungen der Induktanzrolle $g^1 g^2$ lediglich Erde angelegt. Die Vielfachumschalter für Verbindungsleitungen werden ferner mit 14, den Abfrageklinken vorgeschalteten, dicht neben den Klinken Ka angeordneten Klinken Kc , einem dreiteiligen Stöpsel CS nebst Taste Tc , Hebelumschalter Hc und Induktanzrolle g^3 ausgestattet.

Kontrolluhr. Die ankommenden Verbindungsleitungen werden im Bedarfsfalle mit einer Kontrolluhr in Verbindung ge-

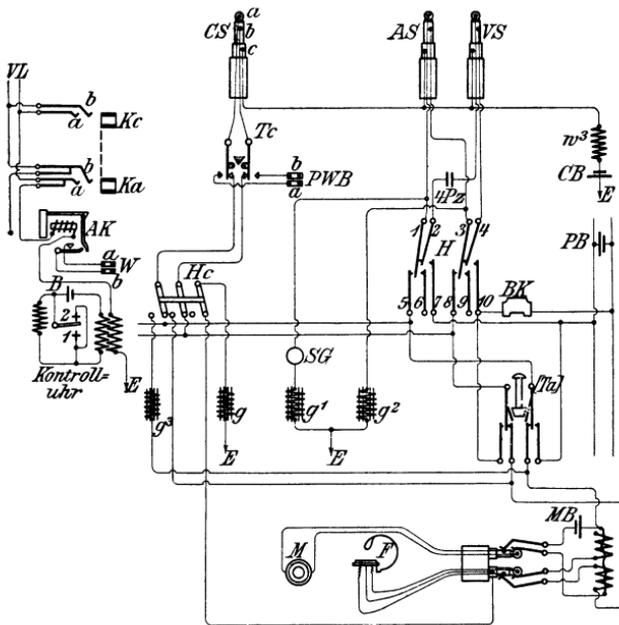


Fig. 353.

Stromlauf zum Vielfachumschalter für Verbindungsleitungen.

bracht, welche den Zweck hat, durch ein hörbares Zeichen erkennen zu lassen, ob die Verbindungsleitung auf dem anderen Amte frei ist. Diese Kontrolluhr ist schematisch in Fig. 353 dargestellt. Ein zwischen den Kontakten 1 und 2 schwingendes Pendel schaltet für die Dauer der Berührung einen Widerstand von 100 Ohm aus. Die infolgedessen in der primären Wickelung der Induktionsrolle entstehenden Stromstöße übertragen sich durch die mit einem Ende an Erde, mit dem andern über die Klappe AK an dem a-Draht

der Leitung liegende sekundäre Wickelung und erzeugen in dem a-Draht ein dem Uhrgeräusch ähnliches Ticken, das beim Einsetzen des Stöpsels in der Leitungsklinke wahrgenommen wird.

Vielfachumschalter in Tischform für Teilnehmerstellen mit eigener Stromquelle. Dieser Umschalter, dessen Aufbau in der Anordnung der Deutschen Telephonwerke R. Stock & Ko. aus

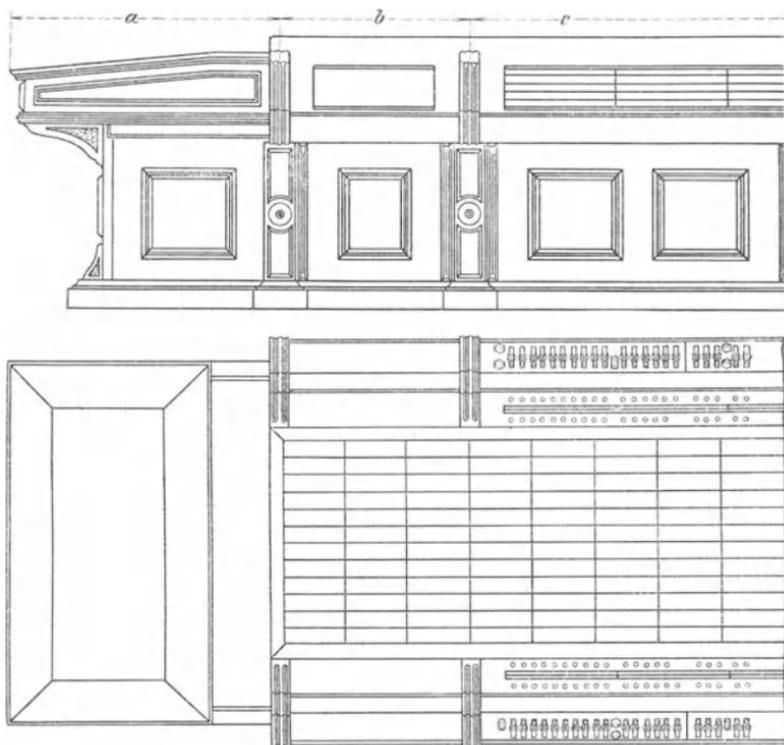


Fig. 354 u. 355.

Vielfachumschalter in Tischform für Doppelleitungen.

den Fig. 354 und 355 zu entnehmen ist, besteht aus Tischen von 2,06 m Länge; in Fig. 354 ist unter c die Hälfte eines solchen Tisches dargestellt. Der Tisch trägt auf der Oberseite die waagrechte Klinkentafel (680 mm breit) für 12 000 Vielfachklinken und auf beiden Längsseiten je ein Stöpselbrett mit 200 Abfrageklinken und 45 aus 2 Stöpseln mit Schnur und Rollgewicht be-

stehenden Verbindungsvorrichtungen. An den Seitenwänden sind zu oberst die Klappen angeordnet, je 200 Anruf- und 45 Schlußklappen auf jeder Seite; dann folgt ein vorspringendes Konsol mit je 45 Hebelumschaltern und Doppeltasten sowie den Klinken für 3 aus Brustmikrofon mit Induktionsrolle und Kopffernhörer bestehende Abfragesysteme.

Jede Umschaltetafel hat beiderseits drei Arbeitsplätze; am Anfang und am Ende einer Tischreihe werden Ansatztafeln (b in

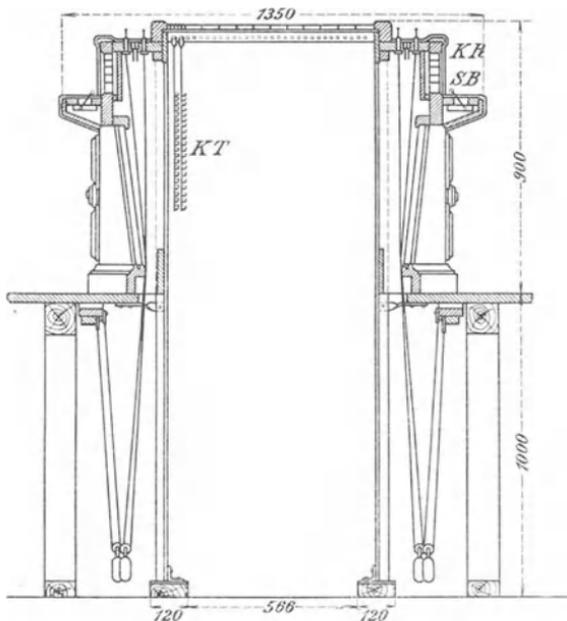


Fig. 356.

Vielfachumschalter in Tischform (Schnitt).

Fig. 354) mit den Klinken des dritten bez. ersten Arbeitsplatzes angesetzt, um den hier beschäftigten Beamten die Herstellung der Verbindungen zu erleichtern.

Den inneren Aufbau des Umschalters läßt Fig. 356 erkennen. Die Leitungen (Kabel) werden an den Hängelagern oder Kabelträgern *KT* geführt, von denen die Zeichnung zwei zeigt. Damit der innere Raum begehbar ist, wird der Umschalter auf ein 1 m hohes Gerüst gestellt, das im übrigen durch einen Bodenbelag

abgedeckt wird. In den unteren Raum sind auch die Rollgewichte der Schnüre verlegt.

Die Klinken sind verschieden gebaut, je nachdem sie als Vielfach-, Abfrage- oder Vorschaltklinken dienen. Die vierteiligen Vielfachklinken stimmen mit den im Vielfachschrank kleiner Form gebräuchlichen überein, haben aber geringere Abmessungen. Abfrage- und Vorschaltklinken sind fünfteilig; die Anordnung der Federn ergibt sich aus Fig. 361. Es sind immer je 20 Klinken in einer Hartgummi-leiste vereinigt, deren obere Fläche dachartig abgeschrägt und beiderseits mit der Nummernbezeichnung versehen ist.

Sämtliche Stöpsel sind dreiteilig.

Die Klappen-elektromagnete haben zwei Schenkel und 150 Ohm Rollenwiderstand bei den Anruf-, einen Schenkel mit 600 Ohm Rollenwiderstand bei den Schlußklappen und sind zu 10 Stück auf einer gemeinsamen Messingschiene befestigt.

Der Hebelumschalter bildet eine Vereinigung von zwei derartigen Umschaltern für Einzelleitungen (Fig. 357, 358). In ähnlicher Weise sind in der Wecktaste (Fig. 359, 360) zwei Doppeltasten zusammengebaut, und zwar so, daß mit dem einen Druckknopf Strom nach der einen und mit dem zweiten nach der andern Seite gegeben werden kann.

Die Einschaltung aller Hilfsapparate läßt sich aus dem Stromlauf in Fig. 361 entnehmen. Kommt in der Doppelleitung L_1 ein Weckstrom an, so durchläuft er nacheinander die gleichnamigen Klinken des Vorschalttisches und der sämtlichen Tischumschalter und geht dann durch das Rückkabel zur Abfrageklinge KA_1 und

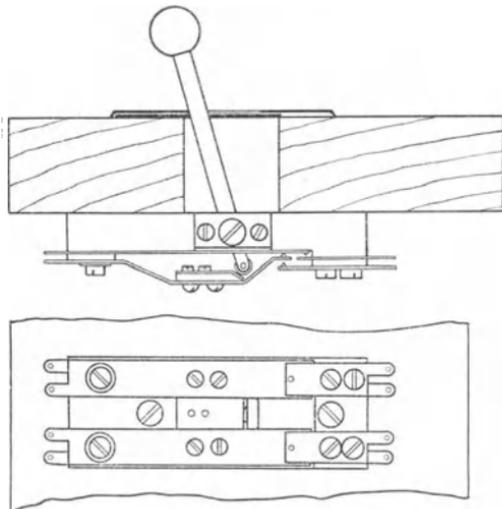


Fig. 357 u. 358.
Hebelumschalter.

Klappe K_1 , deren Abfallen er bewirkt. Zum Abfragen wird der Stöpsel AS in die Abfrageklinke eingesetzt und der Hebelumschalter H nach vorne (links) gelegt; hierdurch ist die Abfrageeinrichtung MF über die Doppeltaste TaTv eingeschaltet. Wird nun z. B. eine Verbindung mit L_2 verlangt, so ist zunächst die Spitze des Stöpsels VS an die nächste Klinkenhülse von L_2 zu halten; tritt hierbei kein Knacken im Fernhörer auf, so ist die Leitung frei. Der Verbindungsstöpsel wird dann vollständig in die Klinke eingeführt und der erste Teilnehmer zum Rufen aufgefordert. Hierauf ist der Hebelumschalter wieder zurückzulegen und dadurch die Schlußklappe SK als Brücke einzuschalten. Das Wecken der Teilnehmer geschieht entweder mit Ta oder Tv, je

nach der Richtung, in welcher der Strom entsendet werden soll.

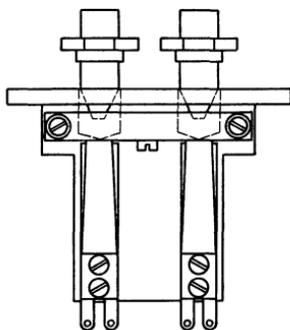


Fig. 359.

Wecktaste.

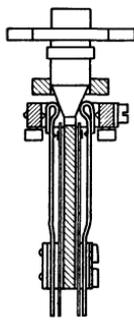


Fig. 360.

Der Tischumschalter für Vororts-Verbindungsleitungen enthält an Stelle der 200 Anrufklinken und Klappen auf jeder Seite deren nur 50; außerdem je 3 Induktanzrollen. Im Umschalter für ankommende Verbindungsleitungen des Stadtverkehrs sind die besonderen Anrufklappenganz

weggefallen; die Leitungen liegen wie bei den Schrankumschaltern kleiner Form unmittelbar am Hebelumschalter und sind mit den Abfrageschnüren dauernd verbunden (Einschnurssystem), sodaß die Schlußklappe für den Anruf mit benutzt werden kann. Außerdem ist durch eine Platzschaltung mittels Kurbelumschalter dafür gesorgt, daß die eingeführten Verbindungsleitungen nach Bedarf auf einen, zwei oder drei Arbeitsplätze verteilt werden können.

In dem **tischförmigen Vielfachumschalter mit Springzeichen** der Firma Siemens & Halske ist das eigenartige Rufzeichen in der Art mit der Abfrageklinke vereinigt, daß in dieser beim Anruf ein weißer Stift empor springt, der beim Herstellen der Verbindung mittels eines hohlen Abfragestöpsels in seine Ruhelage zurückgeführt wird, wo ihn der polarisierte Kern eines Elektro-

magnetes bis zur nächsten Einwirkung eines Rufstromes festhält. Für jeden Arbeitsplatz ist eine Glühlampe eingeschaltet, die als Rufzeichen aufleuchtet. Das Schlußzeichen erfolgt selbsttätig beim Anhängen des Fernhörers auf der anrufenden Teilnehmerstelle in der auf Seite 443 beschriebenen Weise.

Das System besitzt nur zwei Leitungen, von denen die eine über Feder und Auflager der Verbindungsklinken, die andere über die Klinkenhülsen führt; dementsprechend bestehen auch die

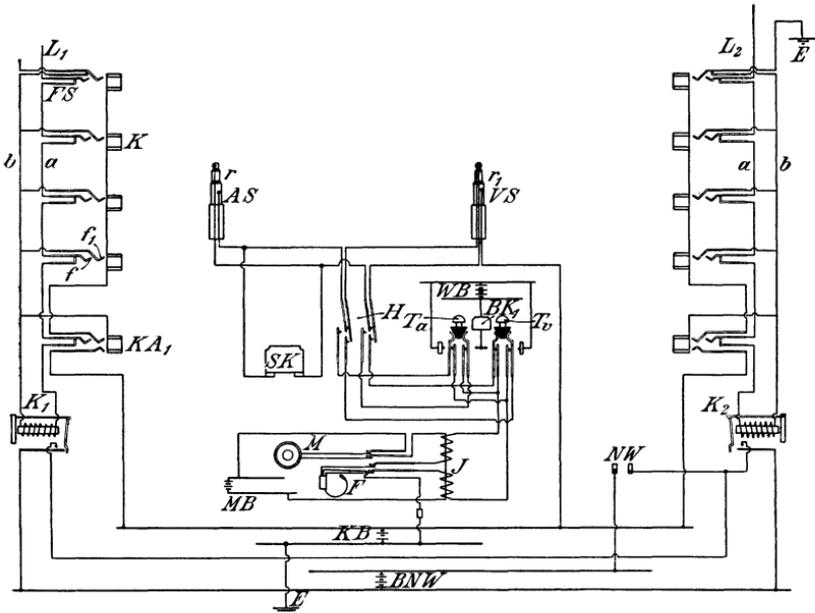


Fig. 361.

Stromlauf zum Stockschen Vielfachumschalter in Tischform.

Klinken, die zu je 20 in einem Hartgummistreifen vereinigt sind, aus nur zwei Teilen, was ihre Zusammendrängung auf einen verhältnismäßig kleinen Raum ermöglicht. Die Streifen sind senkrecht zur Längsrichtung des Tisches in die Klinkentafel eingesetzt und mit einer Längs- und Quernummerierung versehen. Es stehen derartige Umschaltetafeln zu 14 000 Leitungen im Gebrauch.

Der tischförmige Vielfachumschalter mit Zentral-Mikrofonbatterie von Siemens & Halske für Teilnehmerstellen mit

Induktor ist mit Glühlampen zum Anruf, gemeinsamer Stromquelle und selbsttätigem Schlußzeichen ausgestattet. Die Zentralbatterie ZB (Fig. 362) dient einerseits als Stromquelle für die selbsttätige Schlußzeicheneinrichtung und liefert andererseits den Strom für die Mikrophone sämtlicher Teilnehmerstellen; doch lassen sich diese auch mit Ortsbatterie betreiben. An Stelle der Klappen dienen als Anrufzeichen zwölfvoltige Glühlampen, die durch Relais und eine Ortsbatterie B zum Aufleuchten gebracht werden und so wenig Raum beanspruchen, daß sie unmittelbar neben den zugehörigen Abfrageklinken Platz finden.

Die Klinkenfelder sind für 8000 Klinken eingerichtet. Diese sind dreiteilig und zu je 20 in Hartgummistreifen zusammengefaßt, lassen sich aber einzeln nach unten herausstoßen. Von den Abfrageklinken befinden sich immer je 10 mit ihren Glühlampen in einem Streifen. Die Zahl der Anruflampen für jeden Arbeitsplatz beträgt 120 bei Anschlüssen gegen Bauschgebühr und 200 bei Anschlüssen gegen Grund- und Gesprächsgebühren. Für jeden Arbeitsplatz sind ferner je 15 Paar Schnurstöpsel AS und VS, 15 polarisierte Schlußzeichengalvanoskope SG und 15 Sprechumschalter H vorhanden; außerdem eine Buchse zur Einschaltung des Brustmikrophons BM und des mit doppelter Bewickelung versehenen Kopffernhörers F, ein Hebelumschalter HT zum Mithören und eine Platzlampe Pl, in deren Stromkreis für mehrere Tischseiten oder eine ganze Tischreihe gemeinsam noch eine Nachtlampe NL und ein Wecker NW eingeschaltet werden können. Die Schlußzeichengalvanoskope SG haben 10 Ohm. Die Batterie, aus Sammlern bestehend, erhält eine Spannung von 16 Volt und wird in der Mitte geerdet. Die am b-Draht liegenden 8 Volt dienen auch als Prüfbatterie, während die nach der a-Seite liegenden 8 Volt als Schlußzeichen-Haltbatterie Verwendung finden.

Der Sprechumschalter H ist für 4 Stellungen eingerichtet. Fig. 362 zeigt die Ruhestellung, in der die Federn f_2 von f_3 und f_6 von f_7 durch die Wirkung des Stöpselgewichts auf den Hebel h angehoben sind, während f_{12} sich gegen f_1 legt. Dadurch ist einerseits der Abfrageapparat von dem Abfragestöpsel AS getrennt, andererseits der Haltestrom der Batterie ZB über g_{II} , SG und w_2 geschlossen. Es ist ferner eine Abfragestellung, eine Durchsprechstellung und eine Ruf- und Mithörstellung vorhanden, deren Verbindungen aus den Fig. 363—365 zu entnehmen sind.

Der vom Teilnehmer ausgehende Rufstrom gelangt aus La über KV (f_1), K, Ka (f_1) zum Anrufrelais AR, zurück entweder über Erde oder über die Buchsenleitung, KV (f_2), Lb (oder w_1 , E). Das Relais AR besitzt zwei Wickelungen, eine von 200 Ohm für den Rufstrom und eine von 120 Ohm, die erst nach dem Anziehen des Ankers vom Strom der Lampenbatterie durchflossen wird und die Anruflampe Al so lange leuchtend erhält, bis das Einsetzen des Abfragestößels AS in die Klinke Ka den Ortskreis unterbricht. Damit zugleich werden die beiden Pole der Batterie ZB an die beiden Leitungszweige (oder an den einen Leitungszweig und

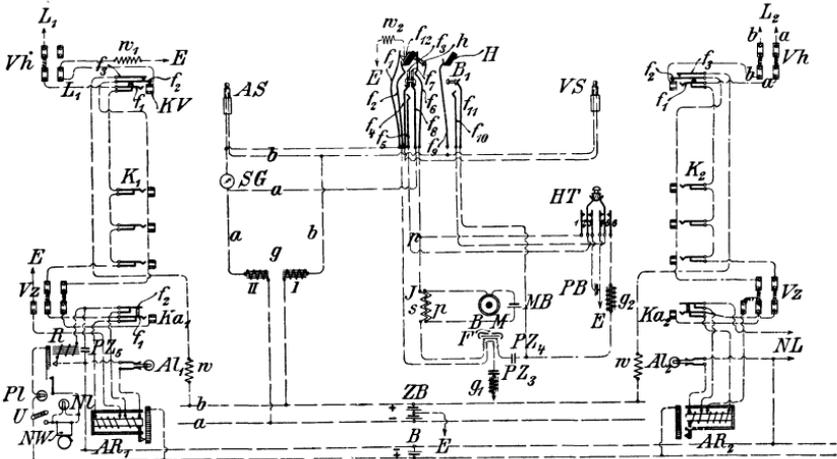


Fig. 362.

Stromlauf zum Tischumschalter mit Anruflampen und Zentral-Mikrofonbatterie.

Erde) gelegt. Der positive Pol von ZB steht über g_I und b mit einer Hülse Ka oder K in Verbindung, und von da über KV (f_2) mit der b-Leitung zum Teilnehmer (oder Erde); ebenso der negative Pol über g_{II} , a, K (Klinkenfeder), KV (f_1) mit der a-Leitung. Auf diesem Wege empfängt der Teilnehmer seinen Mikrofonstrom aus ZB. Als Schaltung der Teilnehmerstelle können wir Fig. 308d annehmen; die Zufügung des Induktors ändert nichts wesentliches für den Stromempfang, macht aber den Stromlauf weniger übersichtlich. Der Schrankbeamte nimmt nun die Abfragestellung ein, Fig. 363, fragt ab und prüft, ob die verlangte Leitung frei ist. Er berührt mit der Spitze des Stößels VS

die Buchse einer Klinke K. Steckt in einer anderen Vielfach- oder Abfrageklinke dieses Teilnehmers schon ein Stöpsel AS oder VS, so hat die Buchsenleitung über die b-Leitung der Stöpselschnur Verbindung mit dem positiven Pol von ZB. Die berührende Stöpselspitze führt diesen Strom über die Federn f_4 , f_3 , f_2 zur Prüfpule des Kopffernhörers F, der dies durch Knacken anzeigt. Die Polarisationszelle PZ_3 sperrt den Dauerstrom ab, die Induktanzrolle g_1 verhindert, daß rasch verlaufende Ströme (Erdgeräusche) gehört werden.

Ist die verlangte Leitung frei, so ist die Buchsenleitung stromlos, F knackt nicht. Der Beamte schiebt VS in die Klinke und

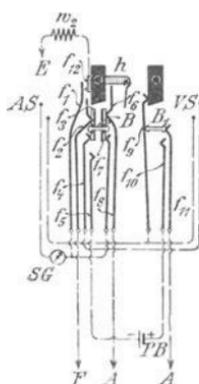


Fig. 363.
Sprechumschalter
(Abfragestellung).

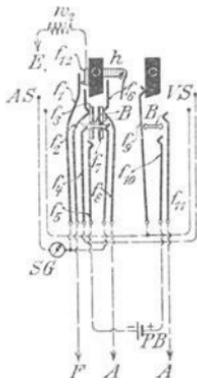


Fig. 364.
Sprechumschalter
(Durchsprechstellung).

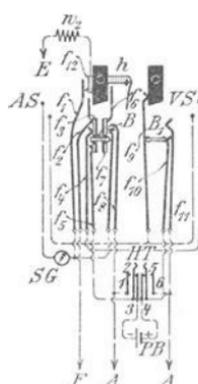


Fig. 365.
Sprechumschalter
(Ruf- und Mithörstellung).

nimmt Durchsprechstellung (Fig. 364); die Sprechströme fließen über die Leitungen a und b des Stöpsels; die Verbindungen mit der Batterie ZB sind durch Induktanzrollen g_1 und g_{11} von 80 Ohm und etwa 2 bis 4 Henry für den Sprechstrom gesperrt.

Wenn das Gespräch zu Ende ist und der rufende Teilnehmer seinen Fernhörer wieder angehängt hat, wird die Leitung a der Stöpselschnur und damit auch das Schlußzeichengalvanoskop SG stromlos. Hierdurch wird das Schlußzeichen gegeben — eine an der Galvanoskopnadel befestigte rote Scheibe wird sichtbar — worauf der Beamte die Verbindung trennt.

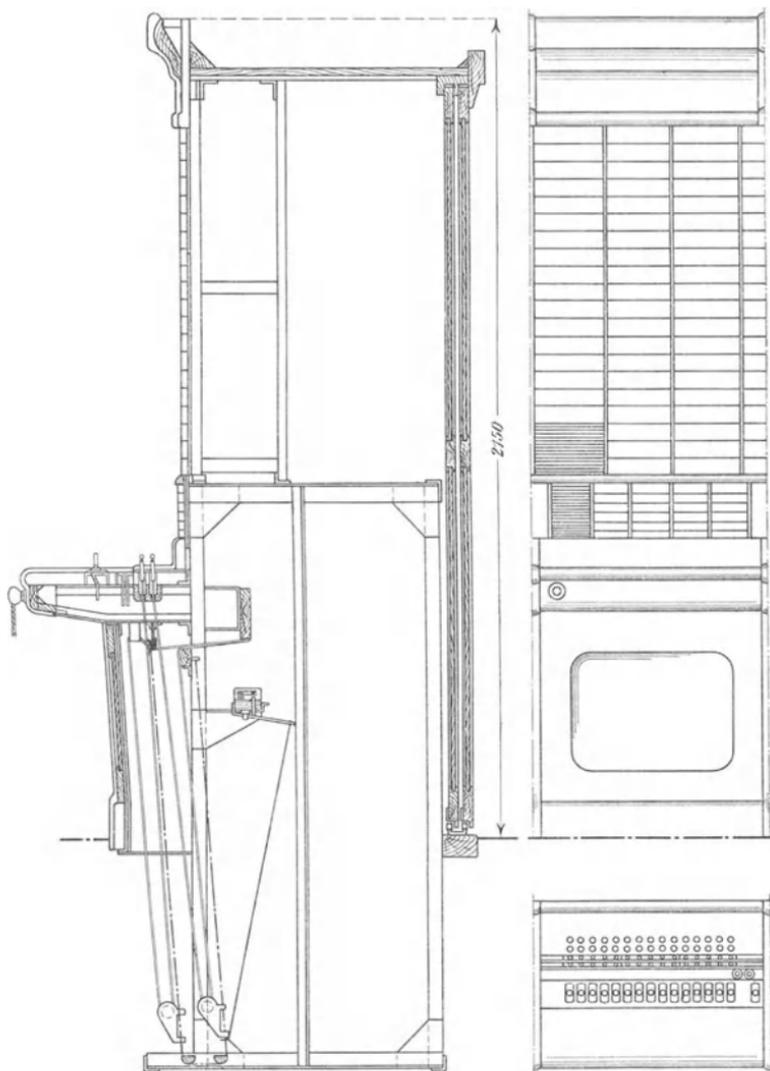


Fig. 366.

Vielfachumschalter für ZB-Betrieb von Siemens & Halske.

Vielfachumschalter für Zentralbatteriebetrieb von Siemens & Halske. Die äußere Ansicht und einen Schnitt durch diesen schrankförmigen Umschalter zeigt Fig. 366. Man erkennt ein eisernes

Gerüst, welches als Träger für die Leitungen und Klinkentafeln dient und auf der Rückseite durch Rollwände abgeschlossen ist. Vorn ist der obere Teil das Klinkenfeld; die dargestellte Größe bei 90 cm Höhe ist für 20 000 Vielfachklinken bemessen; für 10 000 Klinken wird das Feld nur 45 cm hoch gebaut. In dem darunter liegenden schmalen Feld sind die Anruflampen und -Klinken untergebracht. Es sind Streifen von 10 Klinken und 10 Lampen; an Plätzen für Anschluß gegen Bauschgebühr werden bis 120 Abfrageklinken und Lampen, an Plätzen für Anschluß gegen Einzelgebühr bis 300 solcher Klinken eingebaut. Die wagrechte Fläche enthält das Stöpselbrett mit den Schlußzeichenlampen, den Hör- und Sprechumschaltern, dem Stöpsel zum Anschluß des Kopffernhörers und Mikrophons der Schrankbeamten; jeder Platz ist mit 15 Schnurpaaren, 1 Mithörstöpsel und 1 Platz-(Kontroll-)lampe und 1 Rufstromlampe (zur Anzeige des abgehenden Rufstroms) ausgestattet. Der Fußboden liegt 60 cm über dem unteren Ende des Eisengestells; die Stöpselschnüre reichen in diesen unteren Raum hinein. Mit der einen Schnur ist der in der Figur erkennbare Zugumschalter verbunden.

Das Gehäuse für die Sprechstellen ist ZB 06, vgl. Fig. 309 a, b, c; Beschreibung vgl. auch Seite 386.

Erläuterung für nebenstehende Fig. 367.

Stellungen von H.

Nach links: abfragen, prüfen. Mitte: Ruhe, durchsprechen. Nach rechts: rufen.

Schmelzsicherungen		Widerstände	
In den Abzweigungen vom — ZB-Pol			
in der Leitung zu	1 Sicherung zu 3 Ampere für		
untere Feder von Kv	jeden Platz	AR, Spule a	800 Ohm
a-Spule von AR	je 30 Relais	AR, Spule h	150 "
mittlerer Kontakt von AR	je 30 Lampen	SR	150 "
Drosselspulen g ₁	je 5 Spulen	BR	200 "
Zugschalter ZS	je 10 Lampen	g ₁	400 "
Relais SR	je 10 Relais	g ₂	800 "
Lampe BL	jeden Platz	g ₃	150 "
Feder 7 von H	" "	g ₄	150 "
Drosselspule g ₄	" "	PI primär	3 "
Leitung m	" "	sekundär (vor g ₂)	1000 "
		SI primär	3 "
		sekundär (vor F)	50 "
		Spannungen	
In der Abzweigung vom + ZB-Pol zur Kontroll-		ZB	24 Volt
lampe CL 1 Sicherung zu 1 Ampere für jeden Platz.		D	50 "

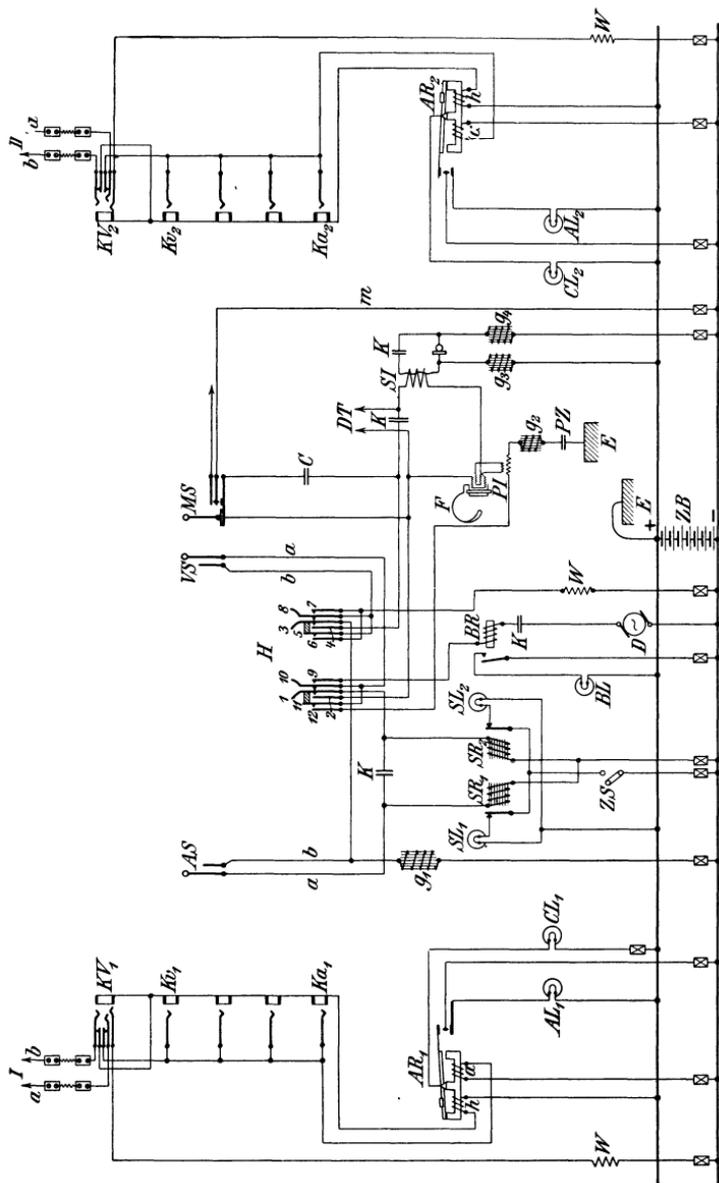


Fig. 367.
Stromlauf des ZB-Umschalters von Siemens & Halske.

Anruf des Amtes durch den Teilnehmer. Den Stromlauf des Umschalters zeigt Fig. 367*). Zur Vermittlung des Anrufs dient das Kipprelais AR, welches auf Seite 362 abgebildet und beschrieben worden ist. Nimmt der Teilnehmer I seinen Fernsprecher vom Haken, so durchfließt der Strom der Zentralbatterie ZB von 24 Volt die beiden Spulen a und h des Relais hintereinander; sie erhalten bei einem äußeren Widerstande der Leitung nebst Sprechstelle von beispielsweise 450 Ohm einen Strom von $\frac{24}{450 + 800 + 150} = 0,017$ Ampere. Die Spule a magnetisiert

ihren magnetischen Kreis mit $9000 \cdot 0,017 =$ rund 150 Amperewindungen, die Spule h den ihrigen mit rund 75 Amperewindungen.

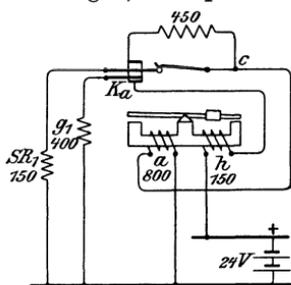


Fig. 368.
Stromlauf beim Abfragen.

Die Wirkung der Anrufspule a überwiegt nun erheblich die vereinte Wirkung der Haltespule h und des Gewichtes g. Der Hebel m_2 kippt über und schließt die Kontakte der beiden Anruflampen AL_1 und CL_1 , wovon die erstere neben der Anrufklinke Ka_1 , die letztere — die für die Teilnehmer eines Arbeitsplatzes gemeinsame Kontrolllampe — an einer besonderen Stelle des Umschalterschranke sitzt.

Abfragen. Wird darauf der Abfragestöpsel in die Klinke Ka eingeführt, so entsteht eine mehrfache Stromverzweigung, deren wichtigste Teile in Fig. 368 dargestellt werden. Vom positiven Pol geht es durch die Spule h nach der Hülse von Ka . Hier verzweigt sich der Strom; ein Zweig führt über g_1 (400 Ohm) zum negativen Pol der Batterie, der andere durch die Anschlußleitung nebst Sprechstelle zur Klinkenfeder und von da auf zwei parallelen Wegen — Spule a (800 Ohm) einerseits, SR_1 (150 Ohm) andererseits — zum negativen Pol. Für die gemeinsamen Widerstände der verzweigten Wege (Seite 23) ergibt sich: vom negativen Batterie-

*) Bei einigen Ämtern ist die Z-Batterie geteilt, und es führen 3 Leiter durch das Amt; der positive Pol ist geerdet, der zweite Leiter hat —12V, der dritte —24V. Am zweiten Leiter liegen nur die Leitungen zur unteren Feder von KV und die b-Leitung von AS. Vgl. Dankwardt, Archiv für Post und Telegraphie, 1906, Nr. 1.

pol bis zum Punkte c $\frac{150 \cdot 800}{150 + 800} = 126$; hierzu 450 Ohm bis zur Hülse von Ka gibt 576 Ohm. Zu diesem Stromwege liegt parallel g_1 mit 400 Ohm; daher ist der gesamte gemeinsame Widerstand vom negativen Pol bis zur Hülse von Ka: $\frac{576 \cdot 400}{576 + 400} = 235$. Hinter diesem verzweigten Teile liegt die Spule h allein mit 150 Ohm. Demnach ist der gesamte Widerstand 385 Ohm, und der Strom $\frac{24}{385} = 0,062$ A. Die Spule h, welche diesen Strom ungeteilt empfängt, hat nun $4500 \cdot 0,062 = 280$ Amperewindungen. Bei der Hülse von Ka teilt sich der Strom im umgekehrten Verhältnis der Widerstände (Seite 23), d. h. im Verhältnis 576:400; der eine Strom, der zur Sprechstelle weiterfließt, beträgt demnach $\frac{400 \cdot 0,062}{576 + 400} = 0,025$. Beim Punkte c teilt sich dieser Strom wieder, und die Spule a erhält noch $\frac{150 \cdot 0,025}{800 + 150} = 0,004$. Dann ist ihre magnetisierende Kraft gleich $9000 \cdot 0,004 = 36$ Amperewindungen, also weit schwächer als die von h, welche letztere noch durch den Zug des Gewichts g verstärkt wird. Der Hebel m_2 kippt also zurück, öffnet die Kontakte, und die beiden Lampen erlöschen.

Als der Schrankbeamte den Stöpsel anhub, nahm die Stöpselschnur den beweglichen Hebel des Zugschalters ZS mit und schloß letzteren, so daß die beiden Schlußlampen SL Strom erhielten; beim Einführen von AS in Ka, erhält aber auch SR_1 Strom, zieht seinen Anker an und unterbricht den Strom für SL_1 , welche erlischt.

Der Schrankbeamte legt nun den Hörschlüssel nach links (abfragen); die Feder 1 wird mit 2, und 3 mit 4 verbunden, wodurch die Hauptwicklung des Kopffernhörers F und die sekundäre Spule des Sprechinduktors SI mit AS verbunden werden. Während dieser Vorgänge und für die ganze Dauer des Gespräches bleibt nun die Spule h im Übergewicht. Hängt der Teilnehmer seinen Fernsprecher wieder an, so unterbricht er die Verbindung von der Hülse Ka nach c. Hierdurch wird die Spule a stromlos, und die Spule h empfängt $\frac{24}{150 + 400} = 0,044$ A. Es bleibt also unter der gemeinsamen Wirkung dieser erheblichen magnetisierenden

Kraft und des Gewichtes g der Anker a auf der rechten Seite niedergezogen.

Freiprüfung. Wenn der Teilnehmer I den Teilnehmer II verlangt, so muß zunächst geprüft werden, ob der letztere frei oder besetzt ist. Nehmen wir zunächst das erstere an; der andere Fall wird auf Seite 459 behandelt. Der Beamte führt die Spitze des Verbindungsstöpsels VS an die Klinke K_{V_2} , welche über die Spule a von AR_2 mit dem geerdeten positiven Pol von ZB verbunden ist. Die Spitze von VS ihrerseits liegt über a , 11, 12, PI, g_2 , PZ gleichfalls an Erde, es gibt also kein Geräusch in dem mittels PI angeschlossenen Kopffernhörer F. Etwaige schwache Ströme, die aus den Erdleitungen in die Prüflleitung eindringen könnten, werden durch die Spule g_2 gedrosselt.

Herstellung der Verbindung. Der Stöpsel VS kann also nun eingeschoben und die gewünschte Verbindung hergestellt werden. Der Beamte ruft dann noch den Teilnehmer II an, indem er H nach rechts bewegt, d. i. Feder 10 mit 9, 8 mit 7 verbindet. Nun gelangt der Rufstrom der Wechselstrommaschine D über K^* , BR**), 9, 10, a (VS), K_{V_2} , II, b (VS), 8, 7 zum Teilnehmer II. Wenn dieser seinen Fernhörer vom Haken nimmt, so empfängt er ebenso, wie der Teilnehmer I seinen Mikrofonstrom, der nun über SR_2 fließt. Dieses Relais zieht daher seinen Anker an, und SL_2 erlischt gleichfalls. Der Hörschlüssel H, den der Schrankbeamte einige Sekunden lang nach rechts gelegt hat, ist inzwischen selbsttätig in die Ruhelage zurückgekehrt.

Durchsprechen. Die von den Teilnehmern kommenden Sprechströme fließen über die Stöpselschnurleitungen a und b . Die Abzweigungen nach dem negativen ZB-Pol sind durch Induktanzspulen gesperrt; in der a -Leitung liegt ein Kondensator K, welcher nötig ist, um getrennte Schlußzeichen zu erhalten, und durch den die Sprechströme hindurchgehen, wie durch einen guten Leitungsdraht.

Schlußzeichen. Solange das Gespräch währt, leuchtet weder SL_1 , noch SL_2 . Wenn einer der Teilnehmer seinen Fernhörer anhängt, wird, wie schon auf Seite 457 gezeigt, SR_1 strom-

*) Der Kondensator K soll dem Gleichstrom aus ZB den Weg durch die Rufmaschine D versperren.

**) BR zieht seinen Anker an, BL leuchtet während des Rufens.

los, läßt seinen Anker los, und SL_1 leuchtet auf. Ebenso SL_2 , wenn der Teilnehmer II seinen Fernhörer anhängt. Alsdann darf die Verbindung getrennt werden.

Das Anrufrelais beim gerufenen Teilnehmer. Es ist nötig, zu dem Augenblick zurückzukehren, in dem der Beamte den Stöpsel VS in die Klinke Kv_2 eingeführt hat, und die Schaltung des Kipprelais bei dem gerufenen Teilnehmer zu betrachten.

Gehen wir dabei zunächst von der in Figur 367 angenommenen Ruhstellung des Hörumschalters aus, so finden wir, daß die Schaltung genau dieselbe ist, wie beim rufenden Teilnehmer, wenn der Stöpsel AS in die Klinke Ka_1 eingeschoben wird. Beim Rufen werden die Verbindungen der Stöpselschnüre a und b (VS) an den Federn 8 und 10 an H von 3 und 1 gelöst und an 7 und 9 angelegt. Über 9 gelangt der Strom der Rufmaschine D zur Klinkenfeder von Kv_2 , dann zum Teilnehmer, zurück über die Hülsenleitung, Schnur b, Feder 7, W zum andern Pol von D; das Relais BR zieht den Anker an und gibt dadurch während des Rufens der Lampe BL Strom. Der Rufstrom verzweigt sich aber auch von der Feder der Klinke Kv_2 zur Anrufspule a von AR_2 ; dieser Zweigstrom ist nur gering, weil der Widerstand und die Selbstinduktion von a hoch sind. Damit indessen dieser Strom auf keinen Fall das Relais zum Überkippen bringt, wird der Haltespule h zugleich ein genügend starker Strom aus der Batterie ZB über W, Federn 7, 8, Kv_2 gesandt, der als Gleichstrom nicht auch seinen Weg zum Teilnehmer findet.

Der gerufene Teilnehmer ist besetzt. Alsdann steckt in einer seiner Klinken Kv_2 ein Stöpsel VS, welcher die Hülsenleitung über die Federn 8 und 3 oder 7 mit dem negativen Pole von ZB verbindet, oder in Ka_2 steckt ein Stöpsel AS, dessen b-Leitung zum negativen Pole von ZB führt. Legt der Beamte nun die Spitze eines Stöpsels VS an eine Klinke Kv des Teilnehmers II und bringt H in die Prüfstellung — wobei die Federn 11 und 12 in Berührung kommen, — so fließt der Strom vom negativen Batteriepol (ZB) auf einem der eben angegebenen Wege über Kv_2 oder Ka_2 , die Hülsenleitung, eine andere Kv -Klinke des Teilnehmers II, Spitze des angehaltenen Stöpsels VS, Leitung a Federn 11, 12, PI, g_2 , PZ zur Erde; der positive Pol von ZB ist gleichfalls geerdet. Auch wenn der Teilnehmer II gerade erst selbst angerufen hat, wenn aber noch kein Stöpsel AS oder VS

in einer seiner Klinken steckt, erhält man aus der berührten Hülse einen Strom. Denn in diesem Fall haben wir oben gesehen, daß ein Strom von 0,062 Ampere durch die Spulen a und h des Kipprelais und die Teilnehmerleitung fließt; vom positiven Pol über die Spule a (180 Ohm) bis zur Hülsenleitung haben wir also einen Spannungsabfall von $150 \cdot 0,062 = 9,3$ Volt; diese Spannung reicht aber zur Besetztanzeige aus. Ist der Teilnehmer besetzt, so erhält also der Schrankbeamte, wenn er mit der Spitze von VS eine Klinke Kv berührt und den Hörschlüssel auf Prüfen stellt, im Kopffernhörer ein lautes Knacken.

Mithören. Soll vom Beamten mitgehört oder in das Gespräch eingetreten werden — z. B. wenn einer der verbundenen Teilnehmer für ein Ferngespräch verlangt wird — so benutzt man den Mithörstöpsel MS. Hebt man ihn an, so geht der Arm, auf dem er ruht, empor und legt die Leitung m, die vom negativen ZB-Pol kommt, einerseits an die Mithörlampe, die beim Aufsichtsbeamten aufgestellt ist und nun aufglüht, andererseits an die Leitung zum Kondensator C (Sperrung gegen ZB) und weiter an die Hör- und Sprechrichtung des Beamten. Da am negativen ZB-Pol über die a-Spule des Kipprelais die Hülsenleitung und die a-Leitung des Teilnehmers liegt, so braucht man nun lediglich die Spitze des Stöpsels MS gegen eine Klinke eines der beiden verbundenen Teilnehmers zu halten; dann liegt die Hör- und Sprechrichtung des Beamten in Brücke an den verbundenen Leitungen.

Verbindungen über ein zweites Amt. Wenn das Fernsprechnetzwahlwerk mehrere Vermittlungsämter hat, oder wenn eine Verbindung im Vor- und Nachbarortsverkehr verlangt wird, müssen bei der Herstellung einer Verbindung zwei Beamte mitwirken. In diesem Fall hat der Beamte, zu dessen Amt der rufende Teilnehmer gehört — der erste Beamte — die Aufsicht über die Verbindung zu führen. Nachdem der rufende Teilnehmer die gewünschte Verbindung genannt hat, setzt sich der erste Beamte durch Druck auf die Dienstleitungstaste DT (in Fig. 367 nur angedeutet, zu vergl. Fig. 340d) mit dem zweiten Beamten (dem des Nachbaramts) in Verbindung und nennt die gewünschte Nummer. Die Dienstleitung DL (Fig. 369) ist zur Zeit stärkeren Betriebes ununterbrochen auf den Hör- und Sprechapparat des zweiten Beamten geschaltet; letzterer wiederholt die genannte

Nummer und fügt die Bezeichnung der Verbindungsleitung VL bei, welche gerade frei ist und zur Herstellung der Verbindung benutzt werden soll. Diese Verbindungsleitung führt auf dem ersten Amt durch alle Umschalterschranke in Vielfachschaltung und endet an der letzten Klinke; auf dem zweiten Amt (Fig. 369) endet sie in einem Stöpsel VS (Einschnurssystem). Während der erste Beamte seinen Stöpsel VS in eine Vielfachklinke von VL schiebt, prüft der zweite Beamte mit seinem Stöpsel VS, ob der gewünschte Teilnehmer besetzt oder frei ist. Wenn der erste Beamte seinen Stöpsel VS in eine Klinke der Verbindungsleitung VL steckt, so erhält der b-Zweig

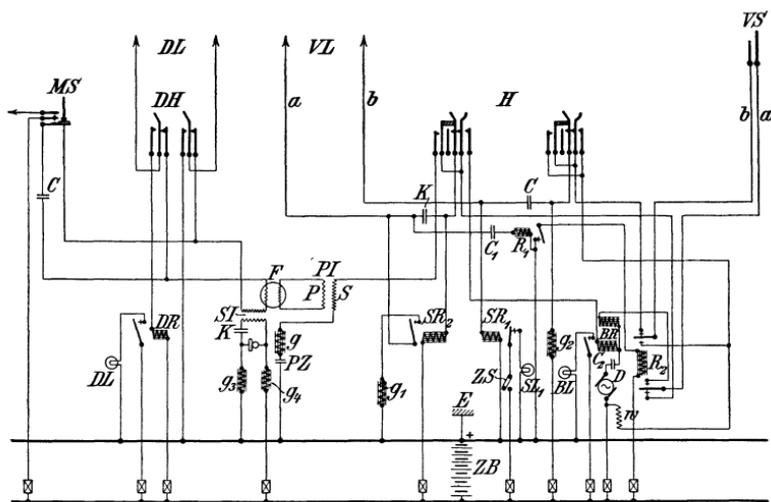


Fig. 369.

Verbindung über zwei Ämter. Rufübertragung.

der letzteren über H (3, 8) und g_1 Verbindung mit dem — ZB-Pol; der Strom fließt in Fig. 369 vom b-Zweig über SR_1 zur Erde. Hebt nun der zweite Beamte seinen VS-Stöpsel an, so schließt er zugleich den Zugschalter. Die Lampe SL_1 glüht nicht auf, wenn der erste Beamte die richtige Leitung SL gewählt hat; läge ein Irrtum vor, so hätte der zweite Beamte die Verbindung sofort wieder zu trennen.

Der Anruf geht vom ersten Beamten aus und wird auf dem zweiten Amt auf folgende Weise selbsttätig weitergegeben. Der Rufstrom kommt über die Leitung VL an und fließt über den

Umschalter H und die beiden Ruhekontakte von R_2 zum Stöpsel VS und von da zum verlangten Teilnehmer. Nun liegt die Rufmaschine des ersten Amtes mit dem einen Pol über ZB an Erde, mit dem andern an dem a-Zweige der Verbindungsleitung VL nach dem zweiten Amt; hier liegt am a-Zweige das Relais SR_2 mit 150 Ohm, das wieder über ZB Erdverbindung hat. Diese Brücke von geringem Widerstand nimmt so viel Strom weg, daß auf dem zuerst angegebenen Weg nur ein ungenügender Strom zum verlangten Teilnehmer fließt. Es wird daher eine Rufübertragung eingerichtet; der Weg über C_1 und R_1 zur Erde läßt so viel Strom durch, daß R_1 anspricht und den Stromkreis von ZB über R_2 schließt. Die beiden Anker des letzten Relais legen sich an die Arbeitskontakte und schalten dadurch die Rufmaschine des zweiten Amtes auf den Stöpsel VS. Zugleich wird BR erregt, und die Lampe BL glüht auf.

Der Schlüssel DH dient dazu, während der Zeit schwachen Betriebes die Dienstleitung auf ein Rufzeichen DR, DL zu schalten.

Wenn auf dem ersten Amt die Dienstleitungstaste niedergedrückt wird, so entsteht eine leitende Verbindung der vorher isolierten Zweige von DL über SI und F (Fig. 369), so daß der Strom von ZBII nun durch DR fließt, dessen Anker schließt und DL zum Glühen bringt.

Der Teilnehmer des ersten Amtes erhält seinen Mikrofonstrom in der früher betrachteten Weise aus der Z-Batterie seines Amtes. Von dieser Station gelangt kein Strom zum Teilnehmer des zweiten Amtes, weil hier die Leitungen durch Kondensatoren gesperrt sind. Der Teilnehmer des zweiten Amtes erhält seinen Strom über SR_2 und das Anrufrelais aus der Z-Batterie des zweiten Amtes ebenso, wie oben für den gerufenen Teilnehmer des ersten Amtes beschrieben worden ist.

Solange der verlangte Teilnehmer seinen Fernhörer noch nicht abgenommen hat, geht der Gleichstrom von ZBII noch nicht durch SR_2 ; so lange ist auch die Brücke g_1 offen. Nimmt der Teilnehmer bei II seinen Fernhörer ab, so wird SR_2 erregt und zieht seinen Anker an; jetzt ist die Brücke g_1 geschlossen, der Strom von ZBI fließt über VL, ebenso, als wenn der gerufene Teilnehmer an I selbst angeschlossen wäre. Erde — ZBI, SR_2 I, VS Ia, VL a, Anker SR_2 II, g_1 II, Erde. Hierbei wird auf dem ersten Amte SR_2 erregt, die zugehörige Lampe SL_2 erlischt. Hängt der gerufene

Teilnehmer seinen Fernhörer wieder an, so wird die Brücke g_1 wieder unterbrochen, auch der Strom in $SR_2 I$ verschwindet, die Lampe $SL_2 I$ leuchtet auf und gibt das Schlußzeichen. Trennt der Beamte I die Verbindung, so wird $SR_1 II$ stromlos, $SL_1 II$ leuchtet auf und gibt dem Beamten II das Schlußzeichen.

Der zu diesem Umschalter gehörige Fernschrank wird auf Seite 429 beschrieben.

Vorschalteschrank. Zur Verbindung der Orts-Teilnehmer mit Fernleitungen dient der Vorschalteschrank, dessen Klinken in Fig. 367 mit KV bezeichnet sind. Wird der Verbindungsstöpsel in KV eingeschoben, so trennt er die beiden Leitungszweige von der Amtseinrichtung (Klinkenfeld, Leitungen in den Umschalteschränken) vollständig ab. Dies ist nötig, damit die Verbindung mit der Fernleitung, die gegen Störungen äußerst empfindlich ist, von allen Einflüssen der etwaigen Isolationsmängel und der Kapazität der Amtseinrichtung frei wird.

Den Stromlauf des Vorschalteschranks und seine Verbindung mit dem Fernamt zeigt Fig. 370. Entweder hat ein Orts-Teilnehmer früher eine Fernverbindung verlangt, was nach Seite 425 gemeldet und vermerkt worden ist; die Fernleitung ist jetzt frei geworden, und das Gespräch kann zustande kommen. Oder es wird von außerhalb ein Orts-Teilnehmer gewünscht. In beiden Fällen drückt der Fernbeamte die Dienstleitungstaste DT (vgl. Fig. 340d); nach Fig. 370 ist nun sein Abfrageapparat mit dem des Vorschaltbeamten verbunden. Zur Zeit schwächeren Verkehrs wird der Hebel DH nach links gelegt; hierdurch wird die Dienstleitung auf DR und ZB des Vorschalteschranks gelegt. Beim Druck auf DT des Fernamts wird der Stromkreis von DR geschlossen, und von da aus der von D1; die Dienstlampe glüht auf, der Beamte legt DH um und schaltet sich ein. Der Fernbeamte nennt die Nummer des gewünschten Teilnehmers. Der Vorschaltbeamte hat diese Leitung zu prüfen; er nimmt einen freien Stöpsel VS einer Ortsverbindungsleitung und hält dessen Spitze an KV, während der Sprechumschalter H nach vorn (in der Figur nach links) gelegt wird. Ist die Leitung frei, so kann die Verbindung ohne weiteres ausgeführt werden; ist aber der Teilnehmer mit einem anderen Orts-Teilnehmer in Verbindung, so wird letztere getrennt, vorher aber die beiden Teilnehmer benachrichtigt. Der Verbindungsstöpsel VS bleibt hierbei mit seiner Spitze an der Klinke KV;

der Dienstleitungshebel DH wird umgelegt (in der Figur nach links), wobei DI aufleuchtet, H bleibt noch in Prüfstellung (links). Hierdurch wird der Abfrageapparat in Brücke zu der bestehenden Verbindung gelegt. Die Hülsenleitungen der verbundenen Teilnehmer liegen durch die b-Drähte der Stöpselschnüre (vgl. Fig. 367)

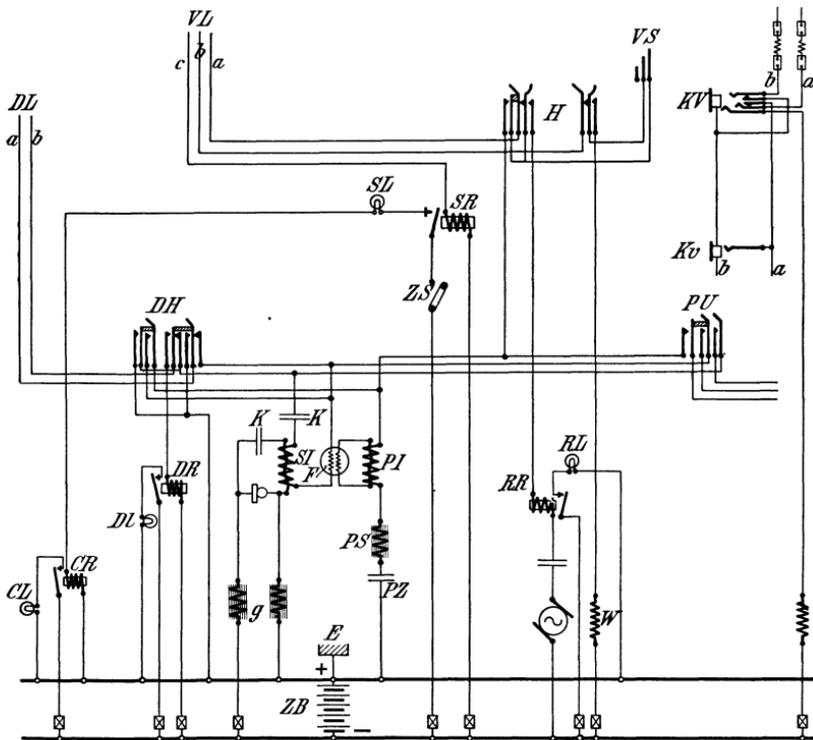


Fig. 370.

Stromlauf des Vorschalteschrankes zum Vielfachumschalter von Siemens & Halske.

Widerstände:

CR	1 Ohm	PS	800 Ohm
DR	600 -	PI	1000 und 3 Ohm
RR	100 -	SI	50 - 3 -
SR	600 -	G	150 Ohm, w 10 Ohm.

ZB 24 Volt.

an — ZB; von der Hülsenleitung geht es über KV, VS (Vorschalteschrank), H (Federn 1 und 2 von links), DH (Federn 3 und 4 von links), F, Kondensator K, DH (Federn 1 und 2 von links), Erde.

Nachdem beiden Teilnehmern zugleich mitgeteilt worden ist, daß eine Fernverbindung herzustellen ist, wird VS eingeschoben und die gewünschte Leitung einerseits von der Amtseinrichtung getrennt, anderseits auf die Ortsverbindungsleitung VL gelegt, deren Nummer inzwischen in der Dienstleitung dem Fernbeamten genannt worden ist. In dem Falle, wo die Teilnehmerleitung frei war, ist nach dem Einschieben von VS noch durch Umlegen von H zu rufen. Wenn VS eingesetzt wird, verbindet der dritte Teil des Stöpsels, der keine weiterführende Leitung trägt, lediglich die Hülse von KV mit der längsten der drei Federn und legt auf diese Weise die Hülseleitung an — ZB, wodurch sie besetzt gemeldet wird. Infolge der Abtrennung der Leitung vom Ortsamt erscheint dort die Schlußlampe des einen Teilnehmers, die des andern beim Anhängen des Fernhörers, worauf die Verbindung getrennt wird.

Die Ortsverbindungsleitung VL enthält eine dritte Leitung c (vgl. auch Fig. 341), welche am Vorschalteschrank über ein Schlußrelais R (600 Ohm) an — ZB liegt. Der Zugschalter ZS, welcher in der Zuleitung der zugehörigen Schlußlampe SL liegt, wird beim Anheben von VS geschlossen; SL leuchtet auf, zugleich auch CL. Im Fernamt ist die c-Leitung in der Ruheschaltung isoliert; beim Einführen des Stöpsels FS in die Klinke KO_I der Ortsverbindungsleitung (Fig. 341) wird die c-Leitung über den Widerstand g von 80 Ohm geerdet; nun bekommt SR Strom, und die beiden Lampen erlöschen. Hieran erkennt der Vorschaltebeamte, daß das Fernamt die richtige Ortsverbindungsleitung gewählt hat.

Nachdem der Umschalter H wieder in die Mittelstellung gebracht worden ist, besteht eine durchgehende Sprechverbindung von der Fernleitung zum gerufenen Teilnehmer, deren Überwachung dem Fernamt obliegt. Der Ortsteilnehmer erhält seinen Mikrofonstrom vom Fernamt.

Wird die Verbindung im Fernamt getrennt (Seite 433), so wird dort die Leitung c wieder isoliert; SL und CL am Vorschalteschrank erglühn wieder, worauf auch hier die Verbindung getrennt wird. SL und CL erlöschen, wenn beim Zurückgehen des Stöpsels VS der Zugschalter ZS unterbrochen wird. Die Teilnehmerleitung erscheint im Ortsamt wieder frei.

Der Platzumschalter PU dient dazu, zwei benachbarte Vorschaltplätze auf eine Dienstleitung zu schalten, so daß sie von einem Beamten bedient werden können.

Vielfachumschalter für Zentralbatteriebetrieb der Telephon-Apparat-Fabrik C. Zwietsusch & Ko. Dieser Umschalter ist in Tisch- und in Schrankform gebaut worden; in der allgemeinen Anordnung gleicht er den schon beschriebenen*), insbesondere dem von Siemens & Halske. Er ist für 8100 Vielfachklinken gebaut worden; bei einer Höhe von 1,8 m über Fußboden kann er bis 13 500 Klinken fassen. Die Ausrüstung mit Stöpselschnüren, Lampen usw., mit Sicherungen, die Besetzung mit Abfrageklinken ist dieselbe, wie bei dem Siemensschen Umschalter (Seite 454).

Das Gehäuse für die Sprechstellen weicht von dem der ZB 04 und ZB 06 ab. In seinem Äußern gleicht es dem in Fig. 307a abgebildeten; der Stromlauf wird durch Fig. 371 dargestellt.

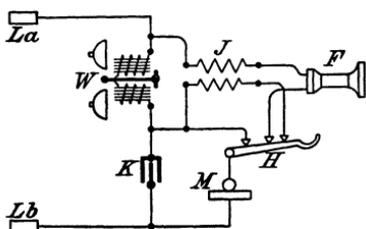


Fig. 371.
Stromlauf des ZB-Gehäuses
von Zwietsusch.

Den Stromlauf des Vielfachumschalters zeigt Fig. 372. Er unterscheidet sich von dem des Siemensschen Umschalters in zwei wesentlichen Punkten. Die Teilnehmerleitung wird über die Anker des Trennrelais TR geführt und beim Stöpseln von der dahinter liegenden Amtseinrichtung getrennt. Der Signalstromkreis ist von dem Sprechkreis so gut wie

vollständig geschieden; er hängt mit ihm nur noch durch die Z-Batterie zusammen. Dies wird ermöglicht durch die Verwendung einer dritten Leitung im Amt; die Buchsenleitung ist von den beiden Zweigen der Sprechleitung getrennt und kommt in Berührung mit der dritten Leitung der Stöpselschnur. Man pflegt Umschalter dieser Einrichtung dreidrähtig zu nennen im Gegensatz zu den zweidrähtigen.

Der Anruf des Amtes durch den Teilnehmer erfolgt ebenso, wie auf Seite 386 beschrieben; wenn der Teilnehmer I seinen Fernhörer vom Haken nimmt, erhält das Anrufrelais AR_1 Strom aus ZB_2 und schließt den Stromkreis für die Lampe AL_1 , welche erglüht.

*) Dieser ZB-Umschalter ist älter, als der von Siemens & Halske; er ist hier nachgestellt worden, weil er bei der Reichs-Telegraphen-Verwaltung weniger als der Siemenssche verwendet wird.

Abfragen. Darauf setzt der Beamte den Abfragestöpsel AS in die Klinke Ka; nun empfängt das Trennrelais Strom aus ZB₁ über SL₁; es zieht beide Anker an und trennt also die Leitung I vom Anrufrelais, das nun stromlos wird; AL₁ erlischt. Beim

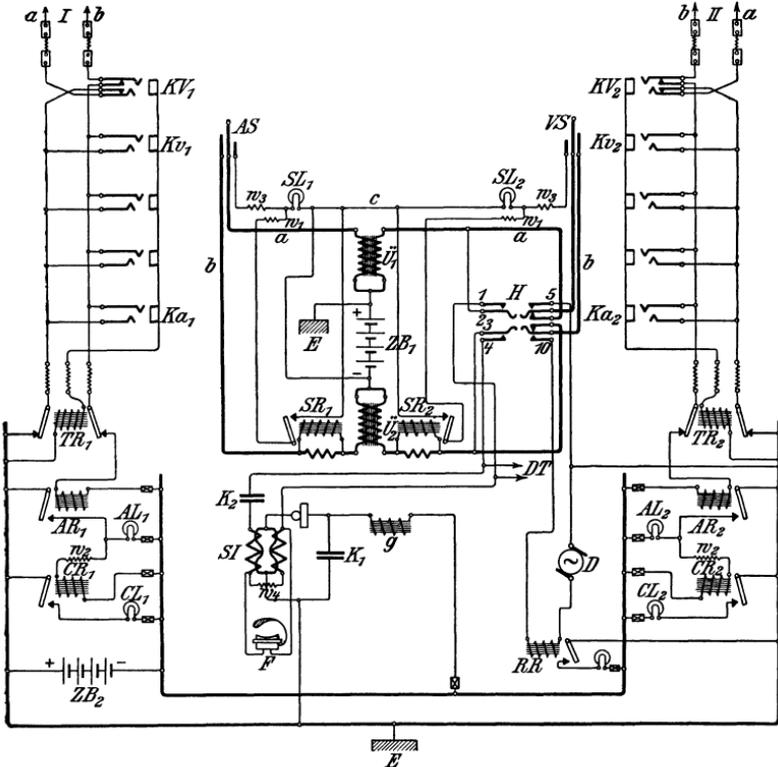


Fig. 372.

Stromlauf des ZB-Umschalters der Telefon-Apparat-Fabrik C. Zwietsch & Ko.

Widerstände

AR	2000 Ohm	TR	30 Ohm	SI	$\left\{ \begin{array}{l} 2 \times 15,5 \text{ Ohm} \\ 100 + 125 \text{ -} \\ 200 \text{ -} \end{array} \right.$	w ₁	40 Ohm
CR	10 -	Ü	4 × 100 -			w ₂	400 -
RR	60 -	F	60 -	g		w ₃	85 -
		K ₁ und K ₂	= 2 Mikrofara			w ₄	410 -

Einsetzen von AS werden die beiden Zweige der Anschlußleitung mit den Sprechleitungen der Stöpselschnur (stark ausgezogen) verbunden; diese erhalten also gleichfalls Strom aus ZB₁, den Strom, der zur Speisung des Mikrophons beim Teilnehmer I dient. Ein

Teil dieses Stromes fließt durch das Relais SR_1 , das nun seinen Anker anzieht und dadurch der Lampe SL_1 einen Nebenschluß gibt, so daß sie nicht leuchtet.

Der Schrankbeamte legt nun den Hörschlüssel H nach links (abfragen); die Feder 1 wird mit 2, 3 mit 4 verbunden, wodurch der Abfrageapparat an die Stöpselschnur gelegt wird.

Freiprüfung. Die Spitze des Verbindungsstöpsels wird an eine gewöhnliche Klinke der verlangten Anschlußleitung II gehalten. Ist die letztere besetzt, so steckt in einer ihrer Klinken ein Stöpsel AS oder VS und verbindet ihre Buchsenleitung mit dem negativen Pol von ZB_1 . In der Abfragestellung verbindet H durch die Federn 1, 2 und 3, 4 den Abfrageapparat mit der Batterie ZB_1 ; der Kondensator K_2 lädt sich daher, und so lange kein Strom zustande kommt, herrscht zwischen seinen Belegungen die Spannung von ZB_1 , 24 Volt. Wenn die Spitze von VS die Buchsenleitung berührt, so entsteht ein Strom, welcher vom positiven Pol über die eine Wickelung von \ddot{U}_1 (100 Ohm), Federn 6, 7 von H , Stöpselspitze, Buchsenleitung, Signalleitung einer anderen Stöpselschnur mit einer Glühlampe SL (100 Ohm) nebst Vorschaltwiderstand (85 Ohm) zum negativen Pol von ZB fließt. Die Stärke dieses Stromes beträgt also
$$\frac{24}{100 + 100 + 85} = 0,084 \text{ Ampere,}$$
 der Span-

nungsabfall in der einen Wickelung von \ddot{U}_1 demnach $100 \cdot 0,084 = 8,4 \text{ V}$. Folglich sinkt an dem Punkt der Sprechleitung a , wo die Leitung zur Feder 2 von H abzweigt, die Spannung plötzlich um 8,4 Volt, so daß auch die Ladespannung für K_2 sich vermindert und K_2 sich teilweise entlädt. Dies hört man im Fernhörer als Knacken. Findet aber die Spitze von VS eine unbesetzte Leitung, deren Buchsenleitung lediglich über die Wickelung von TR geerdet ist, so gibt es keinen Strom, weil die Spitze von VS mit dem geerdeten Pol von ZB_1 verbunden ist; man hört also auch kein Knacken.

Herstellung der Verbindung. Der Stöpsel VS wird eingeschoben. Hierdurch wird die Lampe SL_2 unter Strom gesetzt, so daß sie aufleuchtet, und das Trennrelais TR_2 erregt, so daß es die Leitung II von AR_2 usw. abschaltet. Dann wird H für einige Sekunden nach rechts gelegt (rufen). Die Federn 6 und 9 werden mit 5 und 10 verbunden und die Rufmaschine an die beiden Sprechleitungen des Stöpsels gelegt, so daß der Rufstrom

zum Teilnehmer II gelangt. Wenn der letztere seinen Fernhörer vom Haken nimmt, so daß nun sein Mikrophonstrom vom Amte kommt, so wird SR_2 erregt, legt den Nebenschluß zu SL_2 , und diese Lampe erlischt.

Durchsprechen. Die Sprechströme fließen über die stark ausgezogenen Leitungen der Stöpselschnur, a und b. Die Schlußzeichenrelais SR sind durch die Nebenschlüsse überbrückt, so daß ihre Selbstinduktion die Sprechströme nicht drosseln kann. Die Übertrager \bar{U} sperren die Sprechströme gegen die Batterie ab und lassen sie von dem einen Stöpsel zum andern frei hindurch. Ein ankommender Sprechstrom hat nämlich die beiden Wickelungen von \bar{U} gleich oft im einen, wie im andern Sinne zu durchlaufen, um auf die andere Seite zu gelangen; wenn aber ein Stromteil aus der a-Leitung über ZB_1 nach der b-Leitung fließen will, so muß er in beiden Übertragern je eine Wickelung durchlaufen und erleidet hierdurch eine starke Drosselwirkung. Zur Verstärkung der letzteren und Ersparung eines Eisenkerns legt man alle vier Wickelungen auf denselben Kern.

Mithören. Auch bei diesem Umschalter wird ein Mithörstöpsel benutzt, der in einfacher Weise an den Abfrageapparat angeschaltet wird. In der Zeichnung ist er nicht angegeben.

Verbindung über ein zweites Amt (Fig. 373). Der Beamte I ruft in der Dienstleitung DL dem Beamten II die verlangte Nummer zu; dieser gibt die Nummern der zu benutzenden Verbindungsleitung VL zurück. Zugleich prüft der Beamte II mit seinem Verbindungsstöpsel die verlangte Anschlußleitung; zu diesem Zweck ist die Spitze von VS über den Anker von PR (Prüfrelais) mit einer besonderen Wickelung der Induktionsspule im Abfrageapparat verbunden. Ist die Leitung frei, so wird der Stöpsel VS (II) in die Klinke eingeschoben. Inzwischen hat der Beamte I seinen Stöpsel VS (I) in die Klinke der Verbindungsleitung gesteckt. Die c-Leitung (I) führt dem Relais AR Strom zu, und dieses erdet SR; dadurch erhält nun SR Strom aus ZB und zieht seinen Anker an. Dieser Anker hat selbst über den Anker von PR Erde. Es fließt nun ein Strom über SL (welche aufleuchtet) und w_1 einerseits, über BR und w_2 andererseits zur Erde; auch AL leuchtet auf. Wenn aber VS (II) schon in der Klinke einer Anschlußleitung steckt, wobei die c-Leitung über das Trennrelais Erde findet, so verzweigt sich der über SL fließende Strom; ein Teil fließt über PR, so daß

dieses seine beiden Anker anzieht. Hierdurch wird die Stößelspitze mit der a-Leitung der Stößelschnur verbunden. Zugleich (indem sich der zweite Anker vom Erdkontakt nach dem Batteriekontakt umlegt) bekommt der Verzweigungspunkt zwischen w_1 und w_2 die Spannung von — ZB, BR wird stromlos, AL erlischt. Der Widerstand w_1 (40 Ohm) liegt jetzt als Nebenschluß zu SL, so daß auch diese Lampe erlischt. PR empfängt nun seinen Strom von — ZB über die Arbeitskontakte von PR, SR und w_1 .

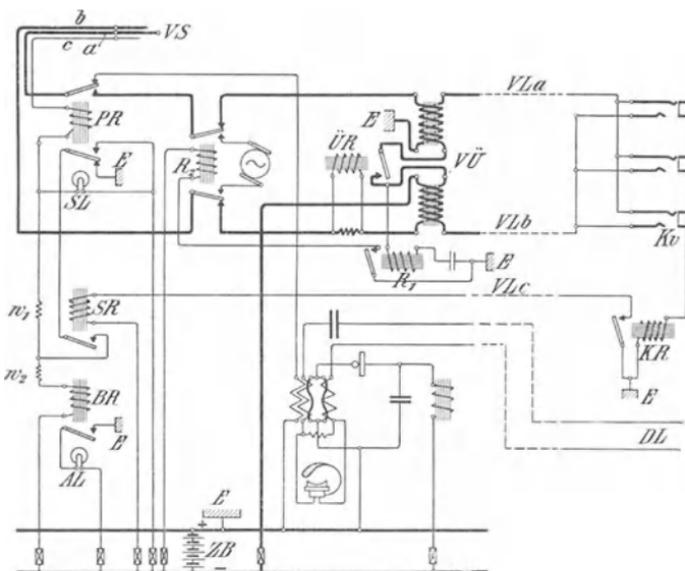


Fig. 373.

Verbindung über zwei Ämter. Rufübertragung.

BR	10 Ohm	R_1	1000 Ohm
KR	30 -	R_2	400 -
PR	85 -	w_1	40 -
SR	500 -	w_2	400 -
ÜR	50 -		

Der Beamte I ruft nun mit seinem Hörumschalter; der Wechselstrom gelangt über VLb und R_1 zur Erde; R_1 zieht seinen Anker an, schließt damit R_2 , und dessen beide Anker legen die Rufmaschine an die Leitung des verlangten Teilnehmers. Nimmt dieser seinen Fernhörer vom Haken, so tritt der Strom aus ZB über den Übertrager in die Anschlußleitung, auch ÜR empfängt

einen Teil davon und schließt durch seinen Anker die beiden Übertragungswicklungen, welche mit VL_a und b verbunden sind; dies zeigt sich dem Beamten I durch Verlöschen der Lampe SL₂ (I) an. Wenn nach Beendigung der Unterhaltung der Teilnehmer II seinen Hörer wieder anhängt, wird ÜR stromlos, sein Anker unterbricht VL und die Schlußzeichenlampe auf dem Amt I, SL₂, erglüht. Der Stöpsel VS (I) wird gezogen, AR wird stromlos, SR desgleichen; der Nebenschluß zu SL wird aufgehoben, so daß diese Lampe erglüht; der Beamte II zieht den Stöpsel.

Fünfundzwanzigster Abschnitt.

Mehrfaches Fernsprechen.

Schaltung zu mehrfacher Benutzung der Fernsprechleitungen. Im XVII. Abschnitt ist gezeigt worden (Seite 292), wie man zwei gleiche Doppelleitungen für Fernsprechbetrieb noch für eine weitere Verbindung benutzen kann, welche entweder eine dritte Fernsprechverbindung oder eine Telegraphenverbindung für Morse- oder Hughesbetrieb sein kann. Im folgenden soll die praktische Ausführung dieser Schaltung und ihre Einfügung in den Betrieb der Fernsprechämter dargestellt werden.

Die in Fig. 256 c angedeuteten Differentialrollen ersieht man mit ihrer Schaltung aus Fig. 374. Bei Amt I soll der aus dem Fernsprecher 3 (u. U. statt dessen auch aus einem Hughesapparat) kommende Strom sich durch die Differentialrolle so verzweigen, daß er so gut wie keine Selbstinduktion darin findet; er wird daher in der Mitte, zwischen den Klemmen E₁ und E₂, zugeführt und seine beiden Hälften umfließen nun die (in gleichem Sinne gewickelten) Rollen in umgekehrter Richtung. Damit auch die Widerstände von A₁ E₁ und A₂ E₂ gleich sind, wird die Bewicklung der Rolle in 4 Teile von gleicher Windungszahl geteilt, 2 innere näher dem Kerne gelegene, 2 äußere; je eine innere und eine äußere Bewicklung werden hintereinander geschaltet, was in Fig. 374 angedeutet ist. Der vom Fernsprecher 1 oder aus der Linie L₁ kommende Strom müßte aber alle Windungen in gleichem

Sinne hintereinander durchfließen und würde demnach eine sehr hohe Selbstinduktion finden. Die Differentialrolle ist also für einen veränderlichen Strom, der bei A_1 ein- und bei A_2 austritt, eine Sperre, läßt aber einen Strom, der bei E_1 E_2 ein- und bei A_1 A_2 austritt, ungehindert durch.

Denkt man sich zunächst in Fig. 374 das Amt III nebst der von II weiterführenden Leitung weg, so hat man den einfachsten Fall vor sich. Während in der Leitung L_1 die Fernsprecher 1 und 4, in der Leitung L_2 die Fernsprecher 2 und 6 verkehren, benutzen die Fernsprecher 3 und 5 die Doppelleitung, deren einer Zweig aus beiden Drähten von L_1 , deren anderer Zweig aus den beiden Drähten von L_2 gebildet wird. Die Leitungen L_1 und L_2 müssen einander gleich sein.

Verlängerungen der beiden Doppelleitungen, wie in Fig. 374 rechts dargestellt, lassen sich ausführen, wenn die Verlängerungen

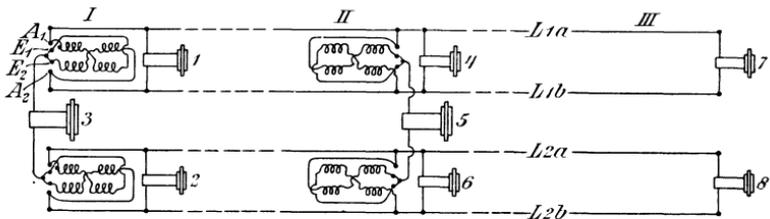


Fig. 374.
Mehrfache Benutzung der Fernspreitleitungen.

untereinander gleich sind. Einseitige oder ungleiche Verlängerungen werden durch Übertrager angeschlossen, indem z. B. auf Amt II der Fernsprecher 4 durch einen Münchschen Übertrager ersetzt wird, dessen eine Wickelung mit der in II ankommenden und deren andere Wickelung mit der weiterführenden Leitung verbunden wird.

Soll zwischen Amt I und II (Fig. 374) ein Zwischenamt eingeschaltet werden, so muß es in beide Doppelleitungen nach Fig. 375 eintreten. Die Figur zeigt Durchsprechstellung, wobei der eine Fernsprecher als Brücke zwischen den Zweigen der Doppelleitung liegen bleibt. Wird U geschlossen, U_1 geöffnet, U_2 umgelegt, so ist z. B. die Doppelleitung L_1 so zerlegt, daß Fernsprecher 1 mit dem linken, Fernsprecher 4 mit dem rechten Fernsprecher des Zwischenamtes sprechen kann; die Doppelleitung

ist aber für den vom Fernsprecher 3 kommenden Strom nicht unterbrochen. Denn für diesen Strom sind die beiden Drähte von L_1 nebeneinander geschaltet; er tritt also gleichzeitig an den äußeren Klemmen der linken Differentialrolle (Fig. 375) ein, bei den inneren aus und durchfließt auch die rechte Rolle in derselben Art. Er erfährt also in diesen Rollen keine Selbstinduktion. Anders der Strom, der die beiden Zweige der Doppelleitung L_1 hintereinander durchfließt; er findet in den Rollen eine sehr hohe Selbstinduktion.

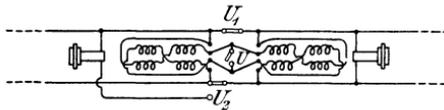


Fig. 375.
Zwischenamt.

An den Fernschränken der beiden Doppelleitungen L_1 und L_2 wird wenig geändert. Die Schaltung der beiden Leitungen für einfachen Betrieb bleibt ungeändert; dagegen zweigen von den vier Leitungsklemmen (in Fig. 374 die Punkte, wo die Fernsprecher 1, 2, 4, 6 anschließen) Drähte ab zu einem vierfachen Kurbelumschalter, hinter dem die beiden Differentialrollen liegen. Von den beiden Vereinigungspunkten E_1 E_2 führen je zwei Drähte zu den Apparatsystemen der Fernsprecher 3 und 5. In Fig. 342b (Seite 435) wird die Einschaltung der Differentialrollen durch Zwillingstöpfe dargestellt.

Sechszwanzigster Abschnitt.

Störungen im Fernsprechbetriebe.

I. Störungen im Orts-Fernsprechbetriebe.

Allgemeines. Während bei den Telegraphenanlagen nur zwischen Störungen außerhalb und innerhalb der Ämter zu unterscheiden ist, kommen bei den Stadt-Fernsprecheinrichtungen drei Fehlerlagen in Betracht: auf der Leitung, innerhalb der Sprech-

stellen und bei der Vermittlungsanstalt. Trotz dieser größeren Mannigfaltigkeit der Fehlerstellen ist die Störungseingrenzung im allgemeinen nicht schwieriger, da gewöhnlich aus der Art der Störung auf ihre Lage geschlossen werden kann.

Sitz der Störung. Zunächst ist, wie beim Telegraphenbetriebe, festzustellen, ob der Fehler im Amt oder außerhalb liegt. Dies geschieht am Umschaltegestell, oder, wo ein solches nicht vorhanden ist, am Blitzableiter, indem in die einzelnen Zweige ein Fernsprechgehäuse eingeschaltet wird.

Störungen auf der Leitung. Bei gänzlicher Unterbrechung der Leitung — Einzel- oder Doppelleitung — sowie bei gut leitender Berührung zwischen den beiden Zweigen einer Doppelleitung wird eine Sprechverständigung zwischen Teilnehmerstelle und Vermittlungsamt, ebenso auch ein Anruf der Sprechstelle oder des Vermittlungsamtes unmöglich. Die gleichen Erscheinungen treten ein, wenn ein Erdschluß in einer Einzelleitung oder in beiden Drähten einer Doppelleitung vorliegt. Ist dagegen nur eine unvollständige Unterbrechung, oder ein verhältnismäßig geringer Nebenschluß vorhanden, so wird unter Umständen noch Sprechverständigung erzielt. Die Weckrufe sind jedoch in diesem Falle nur wenig vernehmbar; auf dem Amte äußern sie sich zuweilen nur durch leichtes Vibrieren des Ankerhebels der Rufklappen, ohne daß letztere fallen.

Berührungen der Teilnehmerleitungen untereinander haben zur Folge, daß durch den Weckstrom des Amtes oder eines Teilnehmers auch die übrigen Wecker ansprechen oder auf dem Amte die sämtlichen Anrufzeichen erregt werden, welche zu den gestörten Leitungen gehören. In den Fernhörern sind fremde Gespräche mehr oder minder deutlich vernehmbar. Aus dem letzteren Umstände kann man aber nicht ohne weiteres auf das Vorhandensein einer Leitungsstörung schließen, da auch Mitsprechen infolge von Induktion vorliegen kann.

Bei Einzelleitungsbetrieb, insbesondere in kleinen Sprechnetzen, wird ein Zusammensprechen sämtlicher Leitungen einer Vermittlungsanstalt dadurch möglich, daß die allen Teilnehmerleitungen gemeinsame Erdleitung auf dem Amte unterbrochen ist, oder zu hohem Widerstand hat. Die aus solchem Anlaß zu befürchtende Störung verliert aber in dem Maße an Bedeutung, je größer die Zahl der Anschlüsse ist.

Die Eingrenzung der Störungen erfolgt wie im Telegraphenbetriebe dadurch, daß die Leitung abschnittsweise an den Stützpunkten isoliert oder mit Erde verbunden wird; bei Doppelleitungen tritt häufig an die Stelle der Erdverbindung die unmittelbare Vereinigung beider Leitungszweige.

Störungen innerhalb der Sprechstellen. Hierbei sind die auftretenden Erscheinungen minder einfach, weil in den Teilnehmergehäusen mehrere Stromkreise bestehen, von denen häufig nur einer nicht betriebsfähig ist.

Fehler, die in dem Teil der Zimmerleitung vor dem Spindel-, Spitzen- oder Kohlen-Blitzableiter auftreten, äußern sich in derselben Weise wie Störungen auf der Leitung; sie werden indessen bei äußerer Besichtigung meistens bald entdeckt. Völlige Unterbrechungen der Verbindung entstehen in der Regel dadurch, daß die Fein- oder Grobsicherungspatronen durchschmelzen, während Erdschlüsse gewöhnlich in den Blitzableitern zu suchen sind. In jedem Falle empfiehlt es sich, bei einer Störung zunächst die Sicherungen und Blitzableiter zu untersuchen.

Unter der Voraussetzung, daß diese Teile in Ordnung sind, lassen sich die Fehler in den einzelnen Stromkreisen an folgenden Merkmalen erkennen:

a) Fehler im Stromkreise für den abgehenden Rufstrom: Das Amt kann von der Sprechstelle aus nicht angerufen werden, während umgekehrt der Weckstrom des Vermittelungsamtes den Wecker der Sprechstelle in Tätigkeit setzt, und ferner eine Sprechverständigung mit dem Amte möglich ist. Die Störungsursache liegt beim Induktorbetrieb meistens im Induktor. Wenn z. B. dessen Schleifkontakte nicht fest genug anliegen, so kann bei Drehung der Kurbel entweder kein Strom oder nur ein unterbrochener Strom in die Leitung geschickt werden. Unterbrechungen oder Nebenschlüsse in den Windungen des Induktors sind selten.

b) Fehler im Stromkreise für den ankommenden Rufstrom: Bei angehängtem Fernhörer spricht der Wecker nicht an; dagegen läßt sich das Vermittelungsamt anrufen, und die Sprechverständigung ist möglich. Die Ursache der Störung liegt entweder in den Umwindungen des Weckers, in mangelhaften Kontakten am Hakenumschalter oder in beschädigten Zuführungsdrähten.

c) Fehler im Mikrophonstromkreise: Die Sprache des Teilnehmers der gestörten Sprechstelle wird von dem Vermittelungs-

amte garnicht, oder nur schlecht verstanden. Dagegen wird das von der andern Seite aus Gesprochene gut gehört; außerdem geht das Wecken in beiden Richtungen ohne Störung vor sich. Die Störungsursache kann in unbrauchbaren Mikrophonelementen, in mangelhaften Kontakten des Hakenumschalters, in schadhafte oder locker gewordenen Verbindungsdrähten, in Beschädigungen der primären Induktionsspule oder endlich im Mikrophon selbst liegen.

d) Fehler im Hörerstromkreise: Da dieser Stromkreis zum Teil mit den beiden Weckstromkreisen zusammenfällt, werden Fehler im Hörerstromkreis allein nur selten auftreten. Sollte dies doch der Fall sein, so ist die Ursache in beschädigten Schnüren des Fernhörers, in schadhafte oder locker gewordenen Verbindungsdrähten, in mangelhaftem Kontakt am Hakenumschalter, in einer Beschädigung der sekundären Mikrophonspule oder der Fernhörermwindungen zu suchen.

Gelingt es bei äußerer Besichtigung der Drahtleitungen und Apparateile nicht, die Störungsursache zu entdecken, so muß eine elektrische Prüfung der einzelnen Stromwege stattfinden.

Die Untersuchung einer Endstelle mit Induktor für Doppelleitungen soll als Beispiel an der Hand des Stromlaufs beschrieben werden (Fig. 306 b, Seite 366). Die Untersuchung anders eingerichteter Sprechstellen gestaltet sich ähnlich, mit den Abweichungen, die sich aus der Schaltung ergeben; bei Einzelleitungsbetrieb ist an Stelle der b-Leitung die Zuführung zur Erde zu setzen.

1. Stromkreis für den abgehenden Weckstrom: Zwischen die Leitungsklemmen L_a und L_b wird nach Abnahme der Außenleitungen ein Wecker oder ein Fernhörer eingeschaltet. Spricht beim Drehen der Induktorkurbel der Wecker oder Fernhörer an, so ist der Stromkreis innerhalb der Endstelle ohne Unterbrechung.

Bei einer Nebenschließung ist die Leitung an der Klemme k_1 des Induktors zu isolieren, die Klemme selbst mit Erde zu verbinden. Sind die Verbindungen fehlerlos, so darf der Wecker nicht anschlagen oder der Fernhörer nicht knacken.

Die weitere Eingrenzung erfolgt wie im Telegraphenbetrieb, indem man die Verbindungen von Klemme zu Klemme bei Unterbrechungsfehlern überbrückt, bei Nebenschließungen isoliert und das Verhalten des Weckers oder Fernhörers dabei beobachtet.

2. Stromkreis für den ankommenden Weckstrom. Die Leitungsklemmen L_a und L_b werden ebenfalls verbunden. Wenn

eine Unterbrechung vorliegt, so ist der Verbindungsdraht zwischen Induktor und Hakenumschalter bei k_2 abzunehmen und unter Einschaltung eines Weckers oder Fernhörers an die Klemme k_0 anzulegen, von welcher der Zuführungsdraht nach der Klemme L_b zu entfernen ist. Sprechen beim Drehen der Induktorkurbel beide Wecker oder Wecker und Fernhörer an, so ist die Einrichtung der Sprechstelle fehlerfrei.

Bei Nebenschließung wird außer den genannten Hilfsverbindungen der an Klemme k_1 angelegte Draht isoliert und die Klemme selbst mit Erde verbunden. Ist die Sprechstelle in Ordnung, so darf der eingeschaltete Prüfapparat nicht ansprechen.

Andernfalls erfolgt die weitere Eingrenzung durch Überbrücken und Isolieren von Klemme zu Klemme.

Man kann den Weckstromkreis auch dadurch prüfen, daß man die Klemmen L_a und W_1 verbindet und bei abgenommenem Hörer den eigenen Wecker mit dem Induktor zum Ansprechen bringt.

3. Mikrophonstromkreis und Hörerstromkreis. Beide Stromkreise sind so eng miteinander verbunden, daß die Untersuchung des einen ohne den andern nicht vorgenommen werden kann.

Die Leitungsklemmen L_a und L_b werden wiederum miteinander verbunden. Die etwa vorhandenen Polarisationszellen werden ausgeschaltet und die Klemmen C und MK verbunden.

Sind Mikrophonstromkreis und Hörerstromkreis ohne Unterbrechung, so muß man im abgehängten Fernhörer deutlich ein Geräusch wahrnehmen, sobald man mit dem Finger leise über die Mikrophonmembran oder das vor ihr befindliche Schutznetz streicht. Ist das Mikrophon, wie man sagt, tot, so sind zunächst die Mikrophonelemente mittels eines Galvanoskops zu prüfen. Sodann ist, bei gutem Befund der Elemente, durch Einschaltung des Galvanoskops oder eines Fernhörers in den Mikrophonstromkreis festzustellen, ob tatsächlich dieser gestört ist. Die weitere Eingrenzung erfolgt in bekannter Weise durch Überbrücken der einzelnen Stromwege von Klemme zu Klemme.

Bei Nebenschließungen ist zunächst wieder der gute Zustand der Mikrophonbatterie festzustellen. Die Fehlerstelle wird darauf in der Weise ermittelt, daß ein Galvanoskop oder ein Fernhörer in den Zuführungsdraht von der Batterie nach der Mikrophonklemme MZ oder MK des Apparats eingeschaltet und der andere Batteriepol durch einen Hilfsdraht an Erde gelegt wird. Nunmehr

werden die einzelnen Drähte von Klemme zu Klemme isoliert; sobald die Nadel des Galvanoskops bei der Isolation ausschlägt, oder die Membran des Fernhörers angezogen wird, ist der Fehler zwischen den beiden zuletzt gelösten Klemmen eingegrenzt. Die Untersuchung ist indessen auf den ganzen Stromkreis auszudehnen, weil der Mikrophonstromkreis in sich geschlossen ist, und daher Nebenschließungen erst dann in Erscheinung treten, wenn sie an zwei Stellen vorhanden sind.

Ist in beiden Fällen der Mikrophonstromkreis als fehlerfrei befunden worden, so muß der Fehler im Hörerstromkreise liegen. Die Eingrenzung erfolgt in der vorgenannten Weise. Galvanoskop oder Fernhörer und die Batterie sind hierbei an der Klemme L_a , von welcher aus nach dem Stromlauf die Überbrückung oder Isolation von Klemme zu Klemme zu geschehen hat, in die Zimmerleitung einzuschalten. Bei einer Nebenschließung ist aber die Verbindung der beiden Leitungsklemmen aufzuheben und L_a an Erde zu legen.

Störungen in der Vermittlungsanstalt. Wenn bei der ersten Fehlereingrenzung ermittelt wird, daß die Störung im Amte liegt, so empfiehlt es sich, sofern die technische Einrichtung es gestattet, den gestörten Anschluß auf ein betriebsfähiges Klappensystem zu schalten, damit der Teilnehmer seinen Apparat weiter benutzen kann. Unter Umständen gelingt es auch, durch Wechseln der Zuführungsdrähte vom Blitzableiter zum Klappenschrank den Anschluß betriebsfähig zu machen. Indessen gehören Fehler in diesen isolierten Drähten zu den Seltenheiten. In der Regel ist die Störung in den Klinken und Kontakten des Schrankes zu suchen. Wird der Fehler bei der äußeren Besichtigung nicht gefunden, so muß an der Hand der Stromlaufskizze, die in jeder Vermittlungsanstalt aushängt, eine elektrische Prüfung erfolgen.

II. Störungen auf den Fernsprech-Verbindungsanlagen.

Allgemeines. Infolge des Umstandes, daß die Fernsprech-Verbindungsanlagen fast durchweg als Doppelleitungen ausgeführt sind, kommen als häufigste Störungen auf der Linie Berührungen der beiden Leitungszweige unter sich — Verschlingungen — vor. Die sonstigen Störungen sind dieselben wie bei Telegraphen-

leitungen, nur zeigen sich infolge der Verschiedenheit der eingeschalteten Apparate andere Erscheinungen.

Die vollständige Unterbrechung eines oder beider Leitungsdrähte macht die Sprech- und Weckverständigung mit Ämtern jenseits der Fehlerstelle unmöglich. Bei einer nicht vollständigen Unterbrechung läßt sich die Sprechverständigung meistens noch aufrecht erhalten; ob die Weckrufe die bei den Ämtern eingeschalteten Wecker, Klappen oder Glühlampen zu erregen vermögen, hängt vom Widerstande der Unterbrechungsstelle ab.

Nebenschließungen in nur einem Leitungszweige können an sich den Betrieb einer Doppelleitung nur insofern beeinflussen, als sie das elektrische Gleichgewicht beider Drähte stören; infolgedessen werden aber häufig Lautübertragungen aus anderen an demselben Gestänge befindlichen Leitungen, u. U. auch Starkstromgeräusche merkbar werden.

Nebenschließungen in beiden Leitungszweigen beeinträchtigen die Sprech- und Weckverständigung um so mehr, je geringer der Widerstand der Fehlerstellen ist. Bei vollständigem Erdschluß in beiden Drähten ist jede Verständigung unmöglich.

Die Verschlingung, d. i. eine gut leitende Berührung zwischen den beiden Drähten einer Doppelleitung, schließt in der Regel ebenfalls die Verständigung aus. Bei einer unvollständigen Berührung gelangen dagegen häufig noch hinreichend starke Teilströme zu dem fernen Amte, so daß der Anruf und die Sprechverständigung möglich sind. Bei Berührung verschiedener Leitungen tritt Lautübertragung, u. U. Gesprächsverwirrung ein. Die Anrufe kommen in beiden Leitungen, in einer oder auch gar nicht an.

Die Eingrenzung von Leitungsstörungen erfolgt in ähnlicher Weise, wie beim Telegraphenbetriebe durch fortgesetztes Halbieren der gestörten Strecke. Da in den meisten Fällen bei der Untersuchung zwei parallel verlaufende Leitungsdrähte zur Verfügung stehen, so führt häufig, namentlich bei Berührungen und Erdschlüssen, eine Messung zu schneller Feststellung der Fehlerlage.

Bei einer Störung innerhalb des Amtes treten die gleichen Erscheinungen wie bei Leitungsstörungen auf, wenn der Fehler in dem Teile der Zimmerleitung liegt, der den verschiedenen Stromkreisen des Systems gemeinsam ist. In diesem Abschnitt liegen empfindliche Apparate, nämlich die Blitzableiter und u. U. die Grobsicherung. Es empfiehlt sich daher, vor jeder Fehler-

eingrenzung diese Apparate zu besichtigen, die Deckelplatte des Platten-Blitzableiters abzunehmen, die Spindel oder die Kohlenplatten herauszuziehen und die Sicherungspatrone auszuwechseln. Dieselben Maßnahmen sind nach jedem Gewitter erforderlich, sofern nicht das Amt völlig ausgeschaltet oder die Leitung an Erde gelegt war. Bei genauer Befolgung dieser Grundsätze werden die Störungen zum großen Teile vermieden oder weit schneller behoben werden.

Der gemeinschaftliche Teil der Zimmerleitung führt bis in den Klappenschrank, Fernschrank usw., auf den die Doppelleitung geschaltet ist. Die verwickelte Drahtleitung dieses Systems bildet eine weitere Fehlerquelle. Nach der Prüfung der Sicherungen ist es daher zweckmäßig, die gestörte Leitung vom System abzunehmen und unter Einschaltung eines gewöhnlichen Apparates festzustellen, ob eine Verständigung mit dem fernen Amte zu erzielen ist. Gelingt dies in vollkommener Weise, so liegt der Fehler im Klappenschrank oder Fernschrank, andernfalls auf der Strecke von diesen Apparaten bis zur Einführung.

Die Fernsysteme besitzen eine große Zahl von Stromkreisen, deren hauptsächlichste, wie bei Stadt-Fernsprechapparaten, Weck- und Sprechstromkreis sind. Auch die Erscheinungen bei Störungen dieser Stromkreise sind den im achtzehnten Abschnitt beschriebenen ähnlich. Eine äußere Besichtigung der Apparateile und Drahtführungen wird aber nicht so häufig zur Entdeckung der Fehlerstelle führen. Meistens muß eine elektrische Prüfung mit Hilfe eines Galvanoskops und einer Batterie an der Hand der Schaltungs-skizze erfolgen. Da eine derartige Fehlereingrenzung gewöhnlich längere Zeit erfordert, so empfiehlt es sich, die Leitung auf ein betriebsfähiges Aushilfssystem zu schalten.

Alphabetisches Namen- und Sachregister.

ABC-Instrument, Zeigertelegraph von Wheatstone 107.
Abfallen einer Drahtleitung 334.
Abfragegehäuse 375, 377.
Abfrageklinke 447.
Abfragestöpsel 383.
Abfüllen von Zinkvitriol 75.
Ableitung, Wirkung, in einer Leitung 261.
Ableitungsstrom 260.
Ablenkung einer Drahtspule durch einen Magnet 34.
 — einer Magnetnadel durch den elektrischen Strom 33.
Ablösung von Kupfer von der Bleielektrode 71.
Abnehmen der Trommel des Farbschreibers 115.
Abschmelzröllchen 230.
Abspannstange 329, 330.
Abstimmen einer Saite 64.
Abstimmung der Leiter 189, 191.
Abstoßung 7, 9.
 — eines Magnets 3.
Abtropfscheibchen des Farbschreibers 123.
Abzweigungen der Batterie 245, 273.
Achse, magnetische 1.
Akkumulatorenfabrik A.-G. 83.
Akkumulatoren- u. Elektrizitätswerke A.-G. vorm. W.A. Böse & Ko. 83.
Aktive Schicht 32.
Amboßkontakt 353.
Amerikanischer Ruhestrom 145, 257, 258.
 — — für Klopferbetrieb 278.
Ampere 16.
Ampèrèche Schwimmerregel 33.
Amperewindungen 35.

Amt ohne Batterie, Untersuchung 312.
Amtseinrichtung, Untersuchung 310.
Änderung des magnetischen Feldes, Ursache von Induktion 41.
Anhaltevorrichtung am Hughesapparat 166.
Anion 27, 28.
Anker 6.
 — der Dynamomaschine 44.
 — der Elektromagnete 39.
 — des Farbschreibers 117, 119.
Ankerfeder, feste und veränderliche, am Elektromagnetsystem des Hughesapparats 150.
Anode 26.
Anrufrelais von E. Zwietusch & Co. 361.
Anrufschrank für Telegraphenleitungen 215.
 — — nach dem belgischen Verfahren 216.
 — — nach dem Thorner Verfahren 217.
Ansamlungsapparat 12.
Anschlagschraube, untere, des Morseapparats, Lage 322.
Anschlußkästchen für Tischgehäuse 372.
Ansprechen der Telegraphenapparate 56.
Anziehung 7, 9.
 — des Eisens durch einen Magnet 5.
 — eines Magnets 3.
Anziehungskraft eines Magnets 2.
Apparate, automatische 174.
 — Befestigung auf dem Tische 252.
 — Draht für die Verbindungen 251.
 — für lange Seekabel 173, 176.
 — für Schnellbetrieb 173.

- Apparate, Störungen und ihre Beseitigung 321.
 — Unterhaltung und Reinigung 123.
 Apparatschiene am Umschalter 205.
 Apparatisch, Aufstellung 252.
 — Auskehlung des Fußes 251.
 — Befestigung der Apparate 252.
 — Drahtverbindungen 251.
 — Einrichtung 250.
 — Leiste mit Doppelklemmen 251.
 — vierteiliger 252.
 Äquivalentgewicht, chemisches 28.
 Aräometer 90.
 Arbeit, elektrische 16.
 Arbeitskontakt der Taste 143, 266.
 Arbeitsschiene der Taste 143.
 Arbeitsstrom 108, 120, 256, 258.
 — für oberirdische Leitungen, Schaltungen 271.
 — in unterirdischen Leitungen 275.
 Arbeitsstrombatterie 257.
 Arbeitsstromleitung, Batterieschaltung 245.
 — Stromverluste durch Ableitung 263.
 — Zahl der Batterieelemente 244.
 Arbeitsstromschaltung 257.
 Arbeitsverlust 37.
 Atmosphärische Elektrizität 14.
 Aufhängung einer Magnetonadel 7.
 Aufstellung der Apparate 250, 251.
 Aufziehvorrichtung am Hughesapparat 152, 154.
 Aufzwingen von Schwingungen 64.
 Auseinandernehmen der Apparate 125.
 Auslösehebel am Hughesapparat 151, 152, 156.
 Auslösung, elektrische, des Hughesapparates 281.
 — mechanische, am Hughesapparat 152, 281.
 Ausschalter 204, 208.
 — am Hughesapparat 166.
 Ausscheidung von Kupfer im Element 73.
 Ausschluffeder am Hughesapparat 162.
 Automatische Telegraphen 174.
Batterie 15, 241.
 — Abzweigung 245.
 — Anordnung in der Leitung 259.
 — Aufstellungsraum 242.
 Batterie bei Fernsprechstellen 385.
 — Bemessung 274.
 — Einschaltung in eine Ruhestromleitung 263.
 — gemeinsame 245, 246.
 — Schaltung 245.
 — Stromrichtung in der Leitung 263.
 — Untersuchung 308.
 — Verteilung auf die Ämter einer Ruhestromleitung 263.
 Batterieabzweigung 273.
 Batteriegestell 241, 242.
 Batteriehebel am Hughesapparat 151, 152.
 Batterieschaber 76.
 Batterieschrank, Anbringung 241.
 — kleiner 242.
 Batterieschränkchen für Fernsprechstellen 242.
 Batterieschrankklemmen 241.
 Batteriespannungsklemme, Zahl der abzweigenden Leitungen 250.
 Batteriestärke 245.
 Batterieumschalter 209.
 batteriezimmer 242.
 Bau, innerer, der Magnete 3.
 Bauch der Welle 63.
 Baudotscher Mehrfachtelegraph 182, 184, 293.
 Befestigung der Apparate auf dem Tische 252.
 Begehung der Ortslinie 327, 333.
 Belegungen im Kondensator 12.
 Belgisches Verfahren für den Anruf in Telegraphenleitungen 215.
 Bemessung der Batterie 274.
 Berührung von Leitungsdrähten 299, 300, 301, 305, 306, 307, 474.
 Berührungselektrizität 7, 29.
 Berührungswiderstand 20.
 Beseitigung einer Leitungsstörung 333.
 Bestimmung der Kraftlinien 4.
 Betriebsarten 256.
 — Anwendung 258.
 Betriebsklinken 96.
 Betriebsstörungen 236, 240.
 Bewegtes Eisen, Ursache von Induktion 45.
 Bewegung, Ursache von Induktion 41, 43.
 Blätterkondensator 235.
 Bleiglatte 32.
 Bleirohrkabel 237.

Bleirohrkabel, Anspitzen 237, 240.
 — Prüfung 312, 313.
 Blitz 14.
 Blitzableiter 14, 15, 223.
 — Aufstellung 251.
 — Erdleitung 253.
 — Fehler 325.
 — mit Abschmelzröllchen 230.
 — Schaltung 224.
 — Untersuchung 310.
 Bockgestell für größere Sammler 243.
 Bodengestell für größere Sammler 243.
 Branly 189.
 Braunschwer Schwingungskreis 191.
 Brems- und Reguliervorrichtung am
 Hughesapparat 163.
 Bremse und Regler des Hughesapparats
 von Siemens & Halske 165.
 Bremsregler des Hughesapparats 146.
 Bremsvorrichtung am Hughesapparat
 153.
 Brücke 23.
 Brückenschaltung 255, 288, 289.
 — beim Hughesgegensprechen 293.
 Brustmikrophon 350, 425.
 Buchstabenblank 146, 159.
 Bunsenkohle 32.
 Callaudsches Element 30.
 Caselli, Kopiertelegraph 107.
 Chemische Stromerzeugung 29.
 Chemisches Äquivalentgewicht 28.
 Cooke und Wheatstone, Nadeltelegraph
 106.
 Corrensches Gitter 86.
 Cortische Fasern 65.
 Coulomb 16.
 Dämpfen 60.
 Dämpfung des Spiegels im Galvano-
 meter 179.
 Daniellsches Element 30.
 Darstellung des magnetischen Feldes 4.
 Dauermagnetismus 2.
 Davy, chemischer Telegraph 107.
 Deckleiste für die Erdleitung 254.
 Deklination 7.
 Depolarisation 30.
 — im Kohlenelement 78.
 Depolarisator 30.
 Depolarisieren 71.
 Deutsches polarisiertes Relais 131.
 — — Einstellung 132.

Deutsches polarisiertes Relais, Fehler
 323.
 — — Wirkung auf Abstoßung oder
 Anziehung 132.
 Diamagnetische Stoffe 2.
 Dichte der Schwefelsäure in Sammlern
 32.
 Dielektrikum 10, 12, 235.
 Dielektrizitätskonstante 10.
 Dienstleitung 420.
 Dienstleistungsbetrieb 384.
 Dienstleitungstaste 424.
 Differentialrolle 471.
 Differentialschaltung 286.
 — beim Hughesgegensprechen 293,
 295.
 Diffusion 69.
 — im Kupferelement 73.
 Diplex 285.
 Dissoziation 27.
 Doppelgegensprechen 285, 290, 291.
 Doppelglocke kleiner Form 238.
 Doppelkurbelumschalter 211.
 Doppelleitung 47.
 Doppelleitungsbetrieb 383.
 Doppelnadeltelegraph 106.
 Doppelsprechen 285, 286, 290.
 — in Fernleitungen 436.
 Doppelstöpsel 380.
 Doppeltaste 178.
 Dosentelephon 344.
 Dosenumschalter 356.
 Dosenwecker mit Fallscheibe 197.
 Drahtkondensator 235.
 Drahtlose Telegraphie 186.
 Drahtrollen im Fernsprecher 340,
 341.
 Drahtspule, Ablenkung durch einen
 Magnet 34.
 — magnetisches Feld 34.
 Dreidrätiger Vielfachumschalter 466.
 Dreikant am Hughesapparat 156.
 Drosseln 60.
 Drosselspule 51.
 Druckachse am Hughesapparat 155,
 160.
 Druckhebel am Hughesapparat 161.
 Druckrolle am Hughesapparat 161.
 Druckvorrichtung des Hughesapparats
 146, 158.
 Duplex 285.
 Durchhang, zu großer, einer Leitung
 335.

Durchsprechstellung in Ruhestromleitung 257, 268.

Dynamomaschine 15, 43.

Echo 61.

Eggertesches Trockenelement 80.

Eigenschaften, elektrische, der Elemente 32.

Eigenschwingung 64.

Eigenton 64.

Einankerumformer 104.

Einfachumschalter 381, 391.

Einfetten der Bleielektrode 71.

— neuer Bleiplatten 75.

Einführung einer Leitung 237.

— unterirdische 238.

—, Untersuchung 309.

Einführungsglocke 238.

Einführungskabel, Prüfung 312.

Einführungsrohr 237.

Eingrenzung einer Fernsprechstörung 475, 476, 479.

Einheit des Widerstandes 18.

Einrichtung, technische, eines Telegraphenamtes 236, 237.

Einschalter für den elektrischen Antrieb am Hughesapparat 146, 155.

Einschnursystem 382, 383, 448.

Einstellhebel des Hughesapparats 146, 162.

Einstellung der Kompaßnadel 6.

— des Elektromagnets des Farbschreibers 119.

Eisen im magnetischen Felde 4.

Elektrische Arbeit 16.

— Eigenschaft 7.

— Eigenschaften der Elemente 32.

— Induktion 10.

— Leistung 16.

— Leitungen als Kondensatoren 13.

— Schwingungen 20.

— Spannung 16.

— Verteilung 9, 10.

— Zündung 26.

Elektrischer Strom, gleichmäßiger 15.

— — veränderlicher 51.

— — Wärmewirkung 25.

— Widerstand 17.

Elektrisieren durch Mitteilung 7.

Elektrizität, atmosphärische 14.

— — Ableitung zur Erde 253.

— — Wirkung 223.

— negative 7.

Elektrizität, positive 7.

— ruhende 7.

— strömende 15.

Elektrizitätsmenge 11.

Elektrochemie 26.

Elektrode 26.

Elektroden der Sammler 31.

Elektrodynamik 15.

Elektrolyse, Vorgang 27.

Elektrolyt 27.

Elektromagnet 34.

— des Farbschreibers 117.

— gerader, stabförmiger 39.

— geschlossener 39.

— Hauptformen 39.

— Magnetisierung und Entmagnetisierung 52.

— mit Zwillingswicklung 136.

— neutraler, polarisierter 39.

— Stärke 35.

— von hoher Selbstinduktion 219.

Elektromagnetismus 33.

Elektromagnetkern, geblättert 202.

Elektromagnetrollen, Unterbrechung 322.

Elektromagnetsystem des Hughesapparats 146, 149.

Elektromotor des Hughesapparats 146, 154, 155.

Elektromotorische Kraft 30, 41.

— — eines Elements 32.

— — eines Kuperelements 73.

— — Richtung 44.

Elektrostatik 7.

Element, elektrische Eigenschaften 32.

— galvanisches 29.

— nasses, trockenes 66.

— sekundäres 31.

— Zahl 244.

Empfangsapparat zur Aufnahme nach dem Gehör 139.

Endamt in Ruhestromleitung 257, 266.

— — Untersuchung 314.

— mit Induktionsweckbetrieb, Untersuchung 319.

Endisolator für große Überführungssäulen 331.

Endstelle 236.

— in einer Arbeitsstromleitung, Untersuchung 315.

— in längerer unterirdischer Leitung 276.

Entladestrom eines Kondensators 51.

- Entladung eines Sammlers, Grenze 89, 90.
 — atmosphärische 224.
 Entladungsströme in Kabelleitungen, Aufhebung 219.
 Entmagnetisierung eines Elektromagnets 52.
 Erdgeräusch 408.
 Erdleitung, Anschluß an Gas-, Wasser- und Heizröhrenleitung 254.
 — aus Bleidraht in Koksschüttung 254.
 — aus Gasrohr 255.
 — Bestandteile 254.
 — Grundwasser 253.
 — Untersuchung 317.
 — Zweck 253.
 Erdmagnetismus 6.
 Erdschluß 299, 305, 307, 474.
 Erdströme 7.
 Erdung 15.
 Erdverbindung einer Leitung 332, 335, 336.
 Erholen eines galvanischen Elements 30, 78.
 Erschöpfung der Trockenelemente 33.
 Erwärmung als Verlust 26.
 — als Zweck 26.
 — der Telegraphenleitungen 25.
 — des Leiters 25.
 Exzenter am Hughesapparat 156, 158.
- F**achwerk für Batterien 242.
 Fallscheibe 197, 198.
 Faradaysches Gesetz 28.
 Farbkasten des Farbschreibers 119, 122.
 — Reinigung 123.
 Farbrädchen am Hughesapparat 162.
 Farbscheibe des Farbschreibers 110, 112, 119.
 Farbschreiber 110.
 — als Übertrager 122.
 Fassungsvermögen 11.
 Feder des Farbschreibers, Herausnehmen aus der Trommel 116.
 — — Ölen 116.
 Federtrommel des Farbschreibers 111, 113.
 — — Abnehmen 323.
 Fehler, gemeinschaftliche, an Apparaten 321.
 — im Hughesbetrieb 169.
- Fehlereingrenzung in einer Fernleitung 479, 480.
 Feinsicherung 233.
 — in der Batteriezuleitung 249.
 Feld, magnetisches 4.
 Fernhörer 46, 337, 364.
 Fernleitung, Schaltung auf Einzelleitungsklappenschrank 394.
 — Schaltung auf Klappenschrank (M. 1900) 398.
 Fernleitungssystem 399.
 Fernschrank 384.
 — für Zentralbatteriebetrieb 429.
 — großer Form 415.
 — kleiner 421.
 — M. 1905 422.
 Fernsystem, Prüfung bei Störungen 480.
 Fernsprechamt 379.
 Fernsprechanschluß 388.
 Fernsprechapparate, allgemeines 337.
 — Aufstellung 251.
 — Fehler 326.
 Fernsprechautomat 376, 378.
 Fernsprechbetrieb, Störungen 473.
 Fernsprechen, mehrfaches 471.
 Fernsprecher 46, 337, 340.
 — gerader Form, Bestandteile 340.
 — mit Ringmagnet (M. 1900) 343.
 — mit seitlicher Schallöffnung (M. 86 u. 93) 341.
 — für Telegraphenbetrieb 278.
 Fernsprechgehäuse 36.
 — für den Ortsfernsprechbetrieb 364.
 — für Telegraphenleitungen (Sp. 1904) 373, 376.
 — mit neutralem Wecker 365.
 — mit polarisiertem Wecker 365, 366.
 Fernsprechgehäusewecker 371, 373.
 Fernsprechnetz mit Zentralbatterie 369, 372.
 — — Betrieb 369.
 Fernsprechrelais 360.
 Fernsprechsammler 87.
 Fernsprechübertrager 39, 351.
 Fernsprechverbindung 337.
 — mit Mikrophonebern 339.
 Fernsprechverbindungsanlagen, Störungen 478.
 Fernsprechwecker 371.
 — mit Fallscheibe 197.
 Fernumschalter in Tischform 384.
 Ferromagnetische Stoffe 2.
 Feuermeldeeinrichtung 407.

- Figurenwechsel des Hughesapparats 160.
 Flaschenkondensator 12.
 Flügellankerrelais M. 1903 135.
 — Einstellung 137.
 — Reinigung der Kontakte 324.
 Flüssigkeiten, Mischung 69.
 Formeln:
 Arbeit 17.
 Joulesches Gesetz 25.
 Kirchhoffsche Sätze 21, 22.
 Kraftlinien, magnetische 35.
 Ladebatterie für Sammler 89, 246.
 Leistung 17, 25.
 Leitvermögen 23.
 Ohmsches Gesetz 21.
 Stromverlust längs einer Leitung 260.
 Stromwege, parallele 23.
 Tragkraft eines Magnets 2.
 — eines Elektromagnets 38.
 Wheatstonesche Brücke 24.
 Widerstand, elektr. 18, 20.
 —, magnet. 36.
 —, scheinbarer 60.
 Formierung der Sammler 32.
 Fortlaufen beim Hughesapparat, Ursache 171.
 Foucaultsche Ströme 50.
 Frequenz 58.
 — verschiedene 59.
 Friktionsrad des Hughesapparats 159.
 Fritter 20, 189, 190.
 — Erschütterung 21.
 Fünfnadeltelegraph 106.
 Funke 189.
 Funkeninduktor 188.
 Funkenstrecke 188, 189.
 Funkentelegraphie 173, 187.
Galvanisches Element 29.
 Galvanoskop 220.
 — Ablesung des Ausschlags 317.
 — Fehler 324.
 — mit äußerem Magnet 223.
 — regelmäßige Beobachtung 317.
 — Untersuchung 308.
 Gasentwicklung im Sammler 90.
 Gauß und Weber, elektromagnetischer Telegraph 105.
 Geber von Wheatstone 175.
 Geblätterter Elektromagnetkern 202.
 Geerdete Leiter 10.
 Gegenspannung in der Polarisationszelle 356.
 Gegensprechbetrieb, Hughesrelais 135.
 — Zahl der Leitungen mit gemeinsamer Batterie 250.
 Gegensprechen 285, 290.
 — in Kabelleitungen 285.
 — mit dem Hughesapparat 293.
 Gegenstromrolle 51, 219.
 Gehörnerven 65.
 Gemeinschaftlicher Schreibapparat für zwei oder mehrere Ruhestromleitungen 270.
 Gemischte Schaltung 256.
 Geschwindigkeit im Telegraphieren 174.
 Gestell für die Batterie 241, 242.
 Gintl, chemischer Telegraph 107.
 Gitterplatte der Akkumulatorenfabrik A.-G. 85.
 Gleichstromelektromotor mit Ringanker am Hughesapparat 155.
 Gleichzeitige Mehrfachtelegraphie 286.
 Gleichzeitiges Fernsprechen und Telegraphieren 291.
 Gleitwechsel am Hughesapparat 146, 167.
 Glimmerkondensator 235.
 Glocke zur Einführung 237.
 Glühlampen 26.
 Graduator 51.
 Graduieren eines Stromes 101.
 Grobsicherung 233, 234.
 — Anbringung nahe der Leitungseinführung 239.
 Großoberflächenplatte 83.
 — der Akkumulatorenfabrik A.-G. 85.
 Grundton 63.
 Grundwasser 253.
Hakenumschalter 353.
 — im Fernsprechgehäuse 368.
 — mit Schleiffedern 354.
 Halbleiter 8.
 Handapparat 351, 371.
 Handmikrophon mit Kontakthebel 403.
 Hartgummirohr 237.
 Harwoodsche Schaltung 285.
 Hauptanschluß 388.
 Hauptstelle 388.
 Hebel- oder Kurbelausschalter einer Ladestelle 88, 89.

- Hebelumschalter 447.
 Heber 75.
 Heberschreiber 109, 178, 179.
 — Schrift 177.
 Heizung, elektrische 26.
 Hemmung des Farbschreibers 113.
 Henry 43.
 Hertzsche elektrische Schwingungen
 187.
 — Wellen 20, 21, 59.
 Hilfsschaltungen, telegraphische 56.
 Hintereinanderschaltung 255.
 — bei Telegraphenbetrieb mit Fern-
 sprecher 280.
 — der Elektromagnetrollen 118.
 — der Elemente 245.
 Hitzdrahtinstrument 26.
 Höhe eines Tones 63.
 Hörerstromkreis, Störung 476, 477,
 478.
 Hörhaare 65.
 Hörnerpolrelais 138.
 Hufeisenmagnet 1, 6, 39.
 — im Fernsprecher 340, 341.
 Hughesapparat 145.
 — Allgemeines 145.
 — Betrieb 167.
 — Einstellung 167.
 — Regulierung der Empfindlichkeit
 167.
 — Reinigen und Auseinandernehmen
 168.
 Hughesbetrieb, Fehler 169.
 — Schaltungen 280.
 Hughesgegenschprechbetrieb 135.
 Hughesrelais 131.
 — Fehler 323.
 Hughesübertragung 283.
 Hydraelment 80.
 Hysterese 37.
 Induktanzrolle (-spule) 51, 57, 219,
 220, 380.
 — in unterirdischen Leitungen 275,
 276.
 — in Verbindung mit der Polari-
 sationszelle 356.
 — Schaltung 220.
 Induktion 40.
 — abhängig vom Kreuzungswinkel
 der Leitungen 50.
 — Arten 41.
 — auf Nachbarleitungen 101.
 Induktion, durch Änderung des
 magnetischen Feldes 41.
 — durch Bewegung 41, 43.
 — durch Stromänderung 41, 46.
 — elektrische 10.
 — Grundbedingung 40.
 — in Telegraphenleitungen 46.
 — Regel 42.
 — Richtung 41.
 — Schutz gegen seitliche 57.
 + Stärke 42.
 Induktionsapparat 50.
 — Wirkungsweise 51.
 Induktionsfreie Anordnung von Tele-
 graphenleitungen 48.
 Induktionsrolle (-spule) 39, 337, 338,
 339, 351, 352.
 — im Fernsprechgehäuse 368.
 Induktionstelegraphie 187.
 Induktionsübertrager 191, 351.
 Indifferenzzone 2.
 Induktor 192.
 Influenz 5, 9, 10.
 Inklination 7.
 Innerer Bau der Magnete 3.
 — Widerstand eines Elements 32.
 Ionen 27.
 Joule 17.
 Joulesches Gesetz 25.
 Isolation einer Leitung 335, 336.
 Isolationsstoffe 9.
 Isolatoren 8.
 Isolierung einer gestörten Leitung 332.
Kabel, Arbeiten an der Strecke 333.
 — Telegraphiergeschwindigkeit 177.
 Kabelendverschluß 330.
 Kabelleitung, gemeinsame Batterie 250.
 — Stromverlauf 265.
 Kabelumschalter 204, 209, 210.
 Kapazität 188.
 — Änderung 12.
 — der elektrischen Ladung 11.
 — eines Elements 33.
 — im Wechselstromkreise 59.
 — Maßeinheit 13.
 — von Kabeln 13.
 — von Sammlern 83.
 — Werte 13.
 — Wirkung in Telegraphenleitungen
 13.
 Kastenendverschluß 387.
 Kathode 26.

- Kation 27, 28.
 Kehlkopf 64.
 Kern, geblättert 202.
 Kettenscheibe des Hughesapparats 153.
 Kipprelais von Siemens & Halske 362, 456.
 Kirchhoffsche Sätze 21, 22.
 Klangfarbe 63.
 Klappenschrank 380, 381.
 — älterer Art zu 50 Einzelleitungen 391.
 — Befestigung 384.
 — für 5 und 10 Leitungen 394.
 — für Telegraphenleitungen 215.
 — (M. 99) für 5, 10, 20 Doppel-
 leitungen 398.
 — (M. 99) für 40 Doppelleitungen 403.
 — (M. 99) für 50 Doppelleitungen 405.
 — (M. 1900) für Doppelleitungs-
 betrieb 395.
 — (M. 1900) zu 5 und 10 Doppel-
 leitungen 409.
 — (M. 1904) 411.
 — (M. 1905) 414.
 Kleitsche Flasche 12.
 Klemme für Kabeladern 329.
 Klinken 379.
 Klinken einer Ladestelle 89.
 Klinkenkasten 407.
 Klinkenumschalter 384.
 — für Fernleitungen 423, 435.
 — für Telegraphenleitungen 211.
 — M. 1904 436.
 — (Nr. 4) 407.
 — (Nr. 5, 6, 7) 435.
 Klopfer 139.
 Klopferapparat 109.
 — Aufstellung 251.
 Klopferbetrieb 278.
 Klopfermagnet, Zugkraft 39.
 Klopfertaste 143.
 Knoten der Welle 63.
 Koerzitivkraft 3, 37.
 Kohärer 20, 190.
 Kohle-Zink-Element 32.
 Kohlebraunsteinzylinder 76.
 Kohlenblitzableiter 225.
 — Fehler 325.
 — mit Feinsicherung 232.
 Kohlenelement 67, 76.
 — Bestandteile 76.
 Kohlenelement, chemischer Vorgang 77.
 — Handgriffe bei der Unterhaltung 79.
 — Lebensdauer 78.
 — Leistung 78.
 — Unterhaltung 78.
 — Verwendung 78, 245.
 — Zusammensetzung 77.
 Kohlengriesmikrophon 371.
 Kohlengrusmikrophon 386.
 Kohlenkörnermikrophon von J. Berliner 349.
 — von Mix & Genest 348.
 — von Siemens & Halske 347.
 — von Stock & Co. 348.
 — von Vielhaben 349.
 Kohlenkugelmikrophon 371.
 Kohlenpulvermikrophon 371.
 Kohlenscheibenmikrophon 346.
 Kohlenwalzenmikrophon 344.
 Kondensator 12, 13, 235, 369, 370, 380.
 — Entladung 188.
 — für Kabel 284.
 — Lade- und Entladestrom 51.
 Kontakte, Reinigen 324.
 — unreine 321.
 Kontaktfeder der Dynamomaschine 44.
 Kontaktfeile 143.
 Kontaktstift des Hughesapparats 147.
 Kontaktvorrichtung des Hughes-
 apparats 148.
 Kontrollelement 365.
 Kontrollieren von Ferngesprächen 419.
 Kontrollrad des Farbschreibers 115.
 Kontrollschalter für Fernsprechhaupt-
 stellen 390.
 Kontrolluhr 444.
 Kopfernhörer 344, 351, 425.
 Kopiertelegraph 107.
 Körper der Taste 143.
 Korrektdaumen am Hughesapparat 160.
 Korrektrrad des Hughesapparats 159, 160, 161.
 Kraft, elektromotorische 30.
 — magnetische 2.
 — magnetisierende 35.
 — magnetomotorische 35.
 Kraftfeld 40.
 Kraftlinien 4, 35.
 — Menge 35.
 — Schneiden 41.

- Kramer, Zeigertelegraph 106.
 Kreis, magnetischer 35.
 Kreuzung von Schleifenleitungen 48.
 Krügersches Element 30.
 Künstliche Leitung 290.
 Künstlicher Widerstand aus Manganindradht 218.
 — — in Arbeitsstromleitung 271, 275.
 — — Untersuchung 317.
 Kupfer, Erzeugung und Abscheidung im Element 71.
 Kupfer-Zink-Element, Vorgang 30.
 Kupferbatterie, Umsetzung 76.
 Kupferelement 67.
 — Behandlung im Betriebe 70.
 — Bestandteile 67.
 — elektrochemischer Vorgang 69.
 — Lebensdauer 73.
 — Leistung 73.
 — Rückstände 76.
 — Verhalten im Betriebe 70.
 — Verwendung 244.
 — zur Ladung von Sammlern 91.
 — Zusammensetzung 68.
 Kupferniederschlag der Bleielektroden 76.
 Kupferschlamm 73, 76.
 — Abstreifen vom Zinkring 75.
 Kupfervitriol, Nachfüllen 74.
 — Nachwerfen im Element 71.
 — Verunreinigung 68.
 Kupfervitriolgrus 74.
 Kupfervitriollösung 68.
 — Farbe im Element 71.
 Kupfervitriolverbrauch im Kupferelement 70.
 Kuppelung am Hughesapparat 155.
 — — nach Hughes 156.
 — — von Siemens & Halske 157.
 — — von Stock & Co. 157.
 Kurbelinduktor 66.
 — Klemmenspannung 103.
 — Konstruktion 102.
 — Zweck 101.
 Kurbelumshalter 204, 210.
 — am Hughesapparat 146.
 Kurzschluß in einer Sammlerbatterie 248, 249.

 Labyrinth des Ohrs 65.
 Lade- und Entladezustand eines Sammlers, Feststellung 90.
 Ladeapparate einer Ladestelle 88.
 Ladebatterie für Mikrophonsammler 248.
 — für Telegraphensammler, Bemessung 246.
 Ladeeinrichtung, aus dem Starkstromnetz gespeist 96.
 Ladefähigkeit 11.
 Laden der Sammler mit Strom einer Starkstromanlage 88.
 Ladeklinken 96.
 Ladespannung 54.
 — einer Sammlerzelle 87.
 Ladestrom einer Sammlerbatterie 247.
 — — Stromstärke 89.
 — eines Kondensators 51.
 Ladestromquelle für Sammler 87.
 Ladestromstärke, höchste, eines Sammlers 90.
 Ladung 9.
 — einer Sammlerbatterie 95.
 — einer Sammlerzelle 89.
 — eines Sammlers, Ende 90.
 — erste, eines Sammlers 90.
 — von Sammlern aus Kupferelementen 91.
 Ladungsfähigkeit unterirdischer Leitungen 275.
 — von Seekabeln, Wirkung 176.
 Ladungskapazität 11.
 Lahnlichtenschnur 341.
 Landrathischer Übertrager 352, 353.
 Länge eines Leiters 18.
 Laufgewicht des Hughesapparats 154.
 Laufgeschwindigkeit des Farbschreibers 112.
 Laufwerk des Farbschreibers 111.
 — des Hughesapparats 146, 152.
 Lauritzens Undulator 109, 178, 181, 296.
 Lebensdauer des Kupferelements 73.
 — des Trockenelements 81.
 Leistung des Kupferelements 73.
 — des Stromes 25.
 — elektrische 16.
 Leiter, bewegter, Ursache der Induktion 43.
 — elektrische 8.
 — — als Kondensator 13.
 — erster und zweiter Klasse 26.
 — geerdete 10.
 — künstliche 290.
 — magnetisches Feld des stromdurchflossenen 34.

Leitungsblitzableiter 15.
 Leitungsdraht 29.
 Leitungseinführung 237.
 Leitungsmappe 241.
 Leitungsschiene am Umschalter 205.
 Leitungsschnur 379, 380.
 — Fehler 326.
 Leitungsverbindungen am Klinken-
 umschalter, Ausführung 213.
 — am Umschalter, Ausführung 206.
 Leitungswiderstand 21, 244.
 Leitvermögen 23.
 — elektrisches 8.
 Leitwiderstand 8, 17.
 Leydener Flasche 12.
 Linienbatterie, Prüfung der Schaltung
 314.
 — Schaltung 266.
 Linienumschalter 204, 206, 336, 435.
 — für die großen unterirdischen
 Linien 209.
 Lochapparat 175.
 Lochen eines Papierstreifens 174.
 Lokalbatterie 126.
 Longitudinal- oder Längsbewegung 61.
 Luft, Leitfähigkeit 9.
 Luftzwischenraum im Blitzableiter 224,
 225.
Magnet, Anziehungskraft 2.
 — Beschreibung 3.
 — Erneuerung 222.
 — Formen 1.
 — im Fernsprecher 340, 341.
 — innerer Bau 3.
 — künstlicher 1.
 — natürlicher 1.
 — Nordpol 3.
 — Tragkraft 2.
 Magnetinduktor 66, 102.
 — Fehler 326.
 Magnetische Achse 1.
 — Kraft 2, 4.
 — Kraftlinien 40.
 — Polarität 40.
 — Stoffe 2.
 — Verteilung 5.
 Magnetischer Kreis 35.
 — Meridian 6.
 — Widerstand 35, 38.
 Magnetisches Feld 4, 223.
 — — des stromdurchflossenen
 Leiters 34.

Magnetisches Feld einer Drahtspule 34.
 Magnetisieren 3.
 Magnetisierende Kraft 35.
 Magnetisierung 1.
 — eines Elektromagnets 52.
 Magnetismus 1, 35.
 — dauernder 2.
 — permanenter 2.
 — Regelung durch Schwächungs-
 anker 132.
 — remanenter 2, 35.
 — Schwächung 40.
 — temporärer 2.
 — Verstärkung 40.
 — Verteilung 1.
 — zeitweiliger 2.
 — zurückbleibender 2.
 Magnetkerne des Farbschreibers, Ein-
 stellung 119.
 Magnetonadel 3, 6.
 — Ablenkung durch den elektrischen
 Strom 33.
 — Aufhängung 7.
 Magnetomotorische Kraft 35.
 Marconis erste Gebeschaltung 188, 190.
 — Funkentelegraphie 187.
 Maschinentelegraphen 174.
 Masseplatte 83.
 — der Firma Böse & Ko. 86.
 Maxwell'sche Erde 56.
 Mehrfachdrucktelegraph von Baudot
 182.
 Mehrfache Telegraphie 285.
 Mehrfaches Fernsprechen 291, 292, 471.
 Mehrfachtelegraphie, gleichzeitige 286.
 — wechselzeitige 292.
 Meidingersches Element 30.
 Meldeschrank 422, 425.
 Meldetisch 384.
 Mennige 32.
 Meridian, magnetischer 7.
 Messingstöpsel für Umschalter 204,
 205, 210.
 Messung von Sammlern 92.
 Mikrofarad 13.
 Mikrophon 20, 337, 338, 344.
 Mikrophonbatterie, Schaltung der Zellen
 für Betrieb und Ladung 94.
 Mikrophonsammler für Teilnehmer-
 stellen 87.
 Mikrophonstromkreis 339, 340.
 — Batteriestärke 246.
 — Störung 476, 477.

- Mikrophonstromkreis, Untersuchung 321.
 Mikrotelephon 351, 371.
 Minimalausschalter 97.
 — einer Ladestelle 88.
 Mischung von Flüssigkeiten 69.
 Mitschwingen 64.
 Mitsprechen durch gemeinsame Batterie 386.
 Mittelschiene der Taste 143.
 Molekularmagnet 3.
 Morsealphabet 108.
 Morseapparat, Allgemeines 107.
 — Aufstellung 250.
 — mit Übertragungsvorrichtung 264.
 — Ölen 322.
 Morsebetrieb, Schaltungen 266.
 Morsemagnet, Zugkraft 39.
 Morsetaste, Bauart 141.
 Multiplex 286.
 Multiplikator 33.
 Münchscher Fernsprechübertrager 39, 352.

 Nachfüllen von Kupfervitriol 74.
 — Wasser 75.
 Nachtdienst in Fernleitungen 433.
 Nadeltelegraph von Cooke und Wheatstone 106.
 Nasses Element 66.
 Natronzelle 356.
 Nebenanschluß 388.
 Nebenapparate für Telegraphen- und Fernsprechbetrieb 191.
 Nebeneinanderschaltung 255.
 — bei Telegraphenbetrieb mit Fernsprecher 279.
 — der Elektromagnetrollen 118.
 Nebenschließung einer Fernleitung 479.
 — im Stromweg 298, 305, 307.
 Nebenschluß 237.
 — einer Fernsprechleitung 474.
 — einer Leitung 334.
 — mit hoher Selbstinduktion 57.
 — zeitweiliger 265, 275.
 Nebenstelle 388.
 — durch Privat-Unternehmer angelegt, Bedingungen 389.
 Negative Elektrizität 7.
 Neutraler Elektromagnet 39.
 Neutrales Relais 127.
 Nichtleiter, elektrische 8.

 Nordmagnetismus 3.
 Nordpol eines Magnets 3.
 — magnetischer 6.
 Normalfarbschreiber 110.
 Nullausschalter 97.

Oberton 63.
 Öffnen des Stromkreises 21.
 Öffnungsfunken, Folge der Selbstinduktion 43.
 Ohm 18.
 Ohmsches Gesetz 21.
 — — Geltung 53.
 Ohr 65.
 Ölen der Apparate 123.
 Ölfarbenanstrich des Elements 72.
 Ölpolschuh 84, 90.
 Omnibusleitung 257, 258.
 Ortsbatterie 126.
 Ortsdienstleitung 424.
 Ortsfernsprecheinrichtungen 379.
 Ortslinie 326.
 Ortsstromkreis, Batteriestärke 245.
 Ortsverbindungsleitung 422, 424.

Pantelegraph von Caselli 107.
 Papierführung des Farbschreibers 116.
 Papierführungshebel am Hughesapparat 161.
 Papierrolle mit Ständer am Hughesapparat 146.
 Paraffinkondensator 235.
 Parallele Stromwege 23.
 Parallelklinke 379.
 Parallelschaltung 255.
 Paramagnetische Stoffe 2.
 Pendelmikrophon 350, 407.
 Pendelstange am Hughesapparat 164.
 Periode 58.
 Periodische Vorgänge 58.
 Permanenter Magnetismus 2, 4.
 Platte der Akkumulatorenfabrik A.-G. 85.
 — Verbiegung 90.
 — von Böse & Ko. 85.
 Plattenblitzableiter 225.
 — Fehler 325.
 — für 7 Leitungen 330.
 Plattenkondensator 13, 235.
 Platzschaltung 448.
 Platzumschalter 438, 465.
 Pneumatische Aufziehvorrichtung am Hughesapparat 154.

Pol 1.
 — gleichnamiger 3, 6.
 — ungleichnamiger 3, 6.
 Polarisation 30.
 — im Kohlenelement 78.
 Polarisationszelle 355, 365, 369, 380.
 Polarisieren 70.
 Polarisierter Elektromagnet 39.
 Polarisiertes Relais, deutsches 131.
 — — mit drehbaren Kernen 132.
 — — Einstellung 135.
 — — Empfindlichkeit 134.
 — — mit Flügellanker (M. 1903) 135.
 — — — Fehler 324.
 — — von Siemens 128.
 Polarität, magnetische 40.
 Polhörnerrelais 138.
 Polstärke 3.
 Polwechsler 66, 99, 192.
 — Konstruktion und Wirkungsweise 99.
 — Schaltung 100.
 — Stromlauf 101.
 — Zweck 99.
 Positive Elektrizität 7.
 Potential 10.
 Potentialdifferenz 21.
 Potentialgefälle 14.
 Potentialunterschied 17.
 Preece's Versuche zur drahtlosen Telegraphie 187.
 Primäre Elemente 66.
 — Wicklung der Induktionsapparate 50.
 Prüflleitung 382.
 Pultgehäuse 364, 366.

Quadruplex 285.
 Quadruplexschaltung 291.
 Quecksilber, elektrischer Widerstand 8.
 — spezifischer Widerstand 18.
 Querschnitt eines Leiters 18.

Räderwerk des Farbschreibers 110.
 Rangierdrähte 387.
 Regelwiderstände einer Ladestelle 89.
 Reibungselektrizität 7.
 Reihenschaltung 255.
 Reinhaltung der Kontakte 123, 324.
 Reinigung der Apparate 123.
 Reißen einer Leitung 334.
 Reliefschreiber 110.

Relais 110, 125.
 — deutsches polarisiertes 131.
 — — Fehler 323.
 — für Hughesleitungen 283, 284.
 — gewöhnliches, Fehler 323.
 — in unterirdischen Leitungen 275.
 — mit Hörnerpolen 138.
 — neutrales 127.
 — polarisiertes, mit drehbaren Kernen 132.
 — — mit Flügellanker (M. 1903) 135.
 — Siemens'sches polarisiertes 128.
 — Zweck 125.
 Relaischaltung 263.
 Remanenter Magnetismus 2.
 — — im Elektromagnet 35.
 Resonanz 64, 189.
 Resonanzboden 64.
 Richtung der Induktion 41.
 — des elektrischen Stromes 21.
 Ringmagnet 1.
 Rollenkondensator 235.
 Romershausenscher Magnet 39.
 Rowlandscher Mehrfachtelegraph 293.
 Rückleitung 253.
 Rückschlag 14, 275, 278.
 Rückstände aus Kupferelementen 76.
 Rückstrom 275, 278.
 Rufmaschine 66, 103.
 — Spannung des Wechselstroms 103.
 — Zweck 101.
 Rufstromkreis, Störung 475, 476.
 Ruhende Elektrizität 7.
 Ruhekontakt der Taste 143.
 — des Farbschreibers 122.
 Ruheschiene der Taste 143.
 Ruhestrom 108, 121, 256.
 — amerikanischer 145, 257, 258.
 Ruhestromleitung, Batterieschaltung 245, 263.
 — Zahl der Batterieelemente 244.
 Ruhestromschaltung 256, 257, 258, 266.

Salmiaklösung 76.
 Sammler 31, 66, 82.
 — Abnahme der Spannung bei der Entladung 90.
 — Aufstellung 243.
 — Beschreibung 83.
 — Elektroden 31.
 — Entladung 90.
 — erste Ladung 90.

- Sammler, Feststellung des Lade- und Entladezustandes 90.
 — für den Telegraphenbetrieb 243.
 — Geschichtliches 82.
 — Ladung, Entladung 31, 87.
 — Ladung aus dem Starkstromnetz 92.
 — Messung 92.
 — Nachfüllung von destilliertem Wasser 90.
 — Unterhaltung 90.
 — Vorgang 31.
 Sammleranlage für ein kleineres Telegraphenamt 91.
 — für ein mittleres Telegraphenamt, Ladung aus dem Netz mit 110 Volt 96.
 — — Ladung aus dem Netz mit 220 Volt 98.
 — Hauptschalter für ein mittleres Telegraphenamt 93.
 — Ladung aus Kupferelementen 91.
 — Ladung mit Umformer 92.
 — Vorschriften über die Einrichtung und Unterhaltung 91.
 Sammlerbatterie, Kurzschluß 248, 249.
 — mit Ladevorrichtung 385.
 — Sicherheitsvorkehrungen 248.
 — Zahl der Leitungen 250.
 Sammlerbetrieb, Schaltungen 91.
 Sammlerkästen 87.
 Sammlerplatte der Akkumulatorenfabrik A.-G. 85.
 Sammlerraum, Beleuchtung 244.
 — Herrichtung 243.
 — Lüftung 244.
 Sammlerschrank 242.
 Sammlerzelle, Grenze der Entladung 89.
 — Spannung nach der Entladung 89.
 Sanduhr 407.
 Säuredichte 90.
 Schall 60.
 — Arten 61.
 — Geschwindigkeit 61.
 — Wesen 60.
 Schallkammer 140.
 — mit verstellbarem Fuß 251.
 Schallschwingungen, Erzeugung 63.
 Schaltbrett 89.
 — für kleine Fernsprechanstalten 403.
 Schaltung der Batterie 245.
 — für den Sammlerbetrieb 91.
 Schaltung für ein langes Seekabel 284.
 — für Morsebetrieb 266.
 — gemischte 256.
 Schaltungsarten 255.
 Scheibenmagnet 1.
 — im Fernsprecher 343.
 Scheinbarer Widerstand 54, 60.
 Schicht, aktive, der Sammlerplatten 32.
 Schirmwirkung, magnetische 5.
 Schleifbürsten beim Baudotapparat 183.
 Schleifringe der Dynamomaschine 44.
 Schließen des Stromkreises 21.
 Schlitten des Hughesapparats 146, 148.
 Schlußzeichen 380.
 — selbsttätiges 199, 416, 443.
 Schlußzeichengalvanoskop 405, 452.
 Schlußzeichenrelais von Siemens & Halske 363.
 — von E. Zvietusch & Co. 361.
 Schmelzpatrone 233, 234.
 Schmelzsicherung 26, 233.
 — Anbringung nahe der Leitungseinführung 239.
 — einer Ladestelle 88.
 — zur Sicherung der Sammlerbatterie 249.
 Schmiedeeisen, Magnetisierbarkeit 2.
 Schmieren der Apparate 124.
 Schnarrwecker 196.
 Schnecke (im Ohr) 65.
 Schneiden der Kraftlinien 41.
 Schneidenblitzableiter 225.
 Schnellbetrieb, Apparate 173.
 Schnellschreiber von Wheatstone 175.
 Schrank für die Batterie 241.
 Schrankgehäuse 364, 365.
 Schrankumschalter 380.
 — großer Form 383.
 Schraubenförmige Führung von Leitungen 49.
 Schreibapparat, Fehler 322.
 — gemeinschaftlicher, in zwei oder mehreren Ruhestromleitungen 270.
 — von Morse 110.
 Schreibhebel des Farbschreibers 119.
 — Einstellung 120.
 Schreibröhrchen des Heberschreibers 181.
 Schreibtelegraph von Steinheil 105.
 Schreibvorrichtung des Farbschreibers 119.

- Schutz der Apparate während der Nacht 124.
 — gegen seitliche Induktion 57.
 Schwächung des Magnetismus 40.
 Schwächungsanker 132, 223.
 — am Hughesapparat 150.
 Schwedisches Eisen, Magnetisierbarkeit 2.
 Schwefelsäure, Dichte in Sammlern 32.
 Schwimmerregel, Ampèresche 33.
 Schwingmagnet am Heberschreiber 181.
 Schwingungen, einfache und zusammengesetzte 59.
 — elektrische 20, 188, 189.
 — Geschwindigkeit 63.
 Schwingungskreis 191.
 Schwungradachse des Hughesapparats 153, 155.
 Seekabel, Apparate 173, 176.
 — Schaltung 284.
 Sekundäre Wicklung der Induktionsapparate 50.
 Sekundäres Element 31, 82.
 Selbstauschluß der Elektromagnetenrollen, Wecker 192, 193, 196.
 Selbstinduktion 15, 42, 51, 188.
 — Abgleichung 219.
 — Einheit 43.
 — im Wechselstromkreise 59.
 — Regel 43.
 — Richtung 43.
 — von Doppelleitungen 43.
 Selbsttätiges Schlußzeichen 199.
 Selbstunterbrechung, Wecker 192, 193, 195.
 Sendedraht 189.
 Sender von Wheatstone 175.
 Sicherheitsvorkehrungen für eine Sammlerbatterie 248.
 Sicherheitswiderstände in Batterieabzweigungen 249.
 Sicherungskästchen 234.
 — Untersuchung 319.
 Siemensscher Zeigertelegraph 106.
 Siemensches polarisiertes Relais 128.
 — — Fehler 323.
 — — Wirkungsweise 130.
 Siphon recorder 179.
 Soemmerings erster elektrischer Telegraph 105.
 Solenoid 34.
 Sp-Gehäuse 364.
 Spannung 21.
 Spannung, elektrische 9, 10, 16.
 Spannungsmesser 82.
 Spannungsverlust 25.
 Spannungsverteilung im einfachen Stromkreise 24.
 Sperrad am Hughesapparat 155.
 Sperrkamm am Hughesapparat 156.
 Sperrklinke des Farbschreibers 115.
 Sperrung des Farbschreibers 114.
 Sperrvorrichtung der Verkuppelung am Hughesapparat 152.
 Spezifischer Widerstand 18.
 — — Abhängigkeit von der Temperatur 18.
 — magnetischer Widerstand 35.
 Spiegelgalvanometer 178.
 — von Thomson 106.
 Spindelblitzableiter 225, 228.
 — Fehler 325.
 Spitze Morseschrift 300, 306.
 Spitzenblitzableiter 225.
 — mit Abschmelzröllchen für Klappenschränke 231.
 Sprachlaute 65.
 Sprachorgan 64.
 Sprechgalvanometer 178.
 Sprechstelle, Untersuchung 476.
 Sprechumschalter 441, 450.
 Springzeichen 448.
 Stabmagnet 1, 2.
 Stadt- und Vorort-Verbindungsleitungen, Umschaltetafeln 384.
 Stadt-Verbindungsleitungen, Trennung 443.
 Stahlkratzenbürste 76.
 Stangenblitzableiter 226, 329.
 — Fehler 325.
 — für 7 und 10 Leitungen 228.
 — neuerer 227.
 Stärke des elektrischen Stromes 21.
 — eines Tones 63.
 Stehende Welle 62.
 Steinheil, Schreibtelegraph 105.
 Steinheils Entdeckung der Erdleitung 186.
 Stiftbüchse des Hughesapparats 146, 147.
 Stiftscheibe des Hughesapparats 148.
 Stiftschreiber 110.
 Stimmbänder 64.
 Stoffe, magnetische 2.
 Stöhrer, chemischer Telegraph 107.
 Stöpsel 379, 380.

- Stöpsel zum Umschalter I 204, 205.
 Stöpselschnur 392.
 Stöpselumschalter 203.
 Störung außerhalb des Amtes 299.
 — Beseitigung 333.
 — Eingrenzung 298.
 — im Fernsprechbetriebe 473.
 — — Fehlerlage 474.
 — im Orts-Linienbezirk 298, 326.
 — im Telegraphenbetrieb 297.
 — in den Apparaten und ihre Beseitigung 321.
 — in einer unterirdischen Leitung 333.
 — innerhalb des Amtes, Beseitigung 308.
 — innerhalb einer Sprechstelle 475.
 — Lage 298.
 — Verhalten bei Untersuchung der Leitungen 298.
 Stößer des Hughesapparates 148.
 Stößerarm am Hughesapparat 151.
 Stößerschraube am Hughesapparat 152.
 Strahlung, elektrische 189.
 Streifen, gelochter 174.
 Strom, Ablenkung einer Magnethadel 33.
 — gleichmäßiger, elektrischer 15.
 — graduierter 101.
 — veränderlicher elektrischer 51.
 Stromableitung 237, 300.
 Stromänderung, Ursache von Induktion 41.
 Stromausbreitung 187.
 Strombildung durch Elektrolyse 27, 28.
 Strömende Elektrizität 15.
 Stromerzeugung, chemische 29.
 Strominhalt eines Elements 33.
 Stromkreis 253.
 — einfacher 255, 257.
 — Öffnen, Schließen 21.
 — Zahl der Ämter 257.
 Stromläufe 259.
 Strommenge eines Elements 33.
 Strommesser einer Ladestelle 88.
 Stromquelle, Einteilung 66.
 Stromrichtung der Batterie einer Ruhestromleitung 263.
 Stromschwächung in langen Leitungen 263.
 Stromstärke 17, 21.
 — des Ladestroms für eine Sammlerbatterie 89.
 — eines Elements 33.
 Stromunterbrechung, Feststellung des Fehlerortes 310.
 Stromverlust durch Ableitung 260.
 — in einer Arbeitsstromleitung 263.
 Stromverzerrung 37.
 Stromverzögerung in Kabelleitungen 264.
 Stromverzweigung 21.
 Stromwege, parallele 23.
 Stromwender 204, 209.
 — am Hughesapparat 146.
 — der Dynamomaschine 44.
 — und Ausschalter am Hughes-Apparat 166.
 Sucher, Sucherfüße am Baudot-Telegraph 185.
 Südmagnetismus 3.
 Südpol 3.
 — eines Magnets 3.
 Sulfatierung 31.
 Systemkabel 387, 388.
Taste 140.
 — des Hughesapparats 146.
 — Fehler 324.
 — Reinigung 143.
 — Untersuchung 310.
 — Zweck 140.
 Tastenhebel 141.
 — des Hughesapparats 146.
 Tastenwerk des Hughesapparats 146.
 Technische Einrichtung 236, 237.
 Teilnehmerleitung, Schaltung auf Klappenschrank (M. 1900) 397.
 Telegraphische Hilfsschaltungen 56.
 Telephon 337, 340.
 Temperatur, Einfluß auf den spezifischen Widerstand 18.
 — Einfluß auf den Widerstand von Isolationsstoffen 20.
 Temperaturkoeffizient 18.
 Temporärer Magnetismus 2, 4.
 Telegraph, chemischer 107.
 — elektrischer, von Soemmering 105.
 — elektromagnetischer, von Gauß u. Weber 105.
 — für lange Seekabel 176.
 Telegraphenanstalten, kleinere, ohne Batterie 244.
 Telegraphenapparate, ältere 105.
 — Ansprechen 56.
 Telegraphenbetrieb 236.
 — mit Fernsprecher, Schaltungen 278.

- Telegraphen-Betriebsstörungen 297.
 Telegraphenleitung, elektrischer Vor-
 gang 54.
 — induktionsfreie Anordnung 48.
 Telegraphensammler 83.
 Telegraphenschaltungen 236, 255, 266.
 Telegraphie durch Induktion 187.
 — durch Stromausbreitung 187.
 — ohne fortlaufende Drahtleitung 186.
 Telegraphiergeschwindigkeit 174.
 — im Kabel 177, 264, 265.
 Telegraphierkontakt der Taste 143, 266.
 — des Farbschreibers 122.
 Teslas Stromschwingungen 59.
 Thomsonscher Heberschreiber 179.
 Thorner Verfahren für den Anruf in
 Telegraphenleitungen 215, 217.
 Tischapparat 364.
 Tischgehäuse 371, 372, 374, 375.
 Tischleitung 251.
 Tischschalter 380.
 — für Vororts-Verbindungsleitungen
 448.
 — großer Form 383.
 Tisch- und Zimmerleitung, Neben-
 schließung 312.
 Tischverbindungen 251, 252.
 Ton 61.
 Tonerreger 63.
 Tonhöhe 63.
 Tonstärke 63.
 Topfmagnet 1, 39.
 Tragkraft des Elektromagnets 37.
 — eines Magnets 2.
 Transformator 104, 191.
 Trennamt in Arbeitsstromleitung 271.
 — in Ruhestromleitung 257, 266.
 Trennrelais von E. Zwietusch & Co.
 361, 362.
 Trennstelle 236.
 — in einer Arbeitsstromleitung, Um-
 schalter 209.
 — — Untersuchung 317.
 — in einer Ruhestromleitung, Um-
 schalter 208.
 — — Untersuchung 315.
 — in einer unterirdischen Leitung
 275, 276, 277.
 Trennstellung in einer Ruhestrom-
 leitung 268.
 Triebfeder des Farbschreibers 113.
 Triebwerk am Hughesapparat 152.
 Trockenelement 32, 66, 79.
 Trockenelement, Hydra 80.
 — Verwendung und Lebensdauer 81.
 — von Eggert 80.
 — von Schneeweis 81.
 Trommel des Farbschreibers 114.
 — — Abnehmen 115.
 Tunnel-Überführungskasten 331.
 Typendrucktelegraph von Hughes 145.
 Typenrad des Hughesapparats 145,
 148, 153, 158, 161.
 — Feststellen 168.
 Typenradachse am Hughesapparat 148,
 153, 159.
 Überführungskasten 331.
 Überführungssäule 328, 330.
 Übertrager 352.
 Übertragung 263, 264, 273.
 — durch den Farbschreiber 122.
 — in einer Hughesleitung zum Gegen-
 sprechen 297.
 Uhrenöl 124.
 Umbruch einer Stange 335.
 Umformer 88, 92.
 Umformermaschine 88.
 Umformer-Rufmaschine 103.
 Umformung auf Gleichstrom mit nie-
 driger Spannung 88.
 Umschalteinrichtung eines Vermitt-
 lungsamts 379.
 — für Hauptstellen 388.
 Umschaltegestell 387.
 Umschalter 203.
 — Arten 204.
 — Ausführung von Leitungsverbin-
 dungen 206.
 — für Doppelleitungsbetrieb 380.
 — für Zwischenstellen 356.
 — Nr. I 204.
 — Nr. II (ältere und neuere Form)
 206, 207.
 — Nr. III 208.
 — Nr. IV 208.
 — Nr. V und Va 210, 211.
 — Nr. VI und VI a 208.
 — Nr. VII 208.
 — Nr. VIII 209.
 — Untersuchung 315.
 Umschalteschrank kleiner Form 383.
 Umschalttafel 379, 380.
 — für Stadt- und Vorortsver-
 bindungsleitungen 384.
 Umsetzen eines Elements 74.

- Umsetzen von Kupferelementen 71.
 — von Ruhestrombatterien 76.
 Undulator v. Lauritzen 109, 178, 181, 296.
 Universalmeßinstrument 437.
 Unmagnetischer Zustand 3.
 Unterbrechung des Stromweges 298,
 299, 305, 307.
 — einer Fernleitung 479.
 — einer Fernsprechleitung 474.
 Unterbrechungsklinke 379.
 Unterbrechungskontakte an Vorschalt-
 tafeln 384.
 Unterhaltung der Apparate 123.
 Unterirdische Leitungen, Arbeitsstrom
 275.
 Untersuchung an der Untersuchungs-
 stange oder Überführungssäule
 331.
 — des Amtes bei Störungen 308.
 — einer Sprechstelle 476.
 — von Leitungen, Verhalten 335.
 Untersuchungsstange 327.
- V**erbiegung von Sammlerplatten 90.
 Verbindung von Leitungen im Amte
 und außerhalb 336.
 — von Leitungszweigen, unmittel-
 bare 335, 336.
 — zweier Leitungen durch einen
 Fremdkörper 334.
 — am Umschalter, Ausführung 206.
 Verbindungsschiene am Kabelum-
 schalter 210.
 Verbindungsstöpsel 383.
 Verkuppelung am Hughesapparat 152.
 Verlust durch Erwärmung 26.
 Verluststrom 260.
 Vermittlungsamt 379.
 Vermittlungsanstalt, Störungen 478.
 Verpackung der Apparate 125.
 Verriegelung eines Stromkreises durch
 die Polarisationszelle 356, 411.
 Verschiebung, gegenseitige, des Feldes
 und des Leiters 40.
 Verstärkung des Magnetismus 40.
 Verschlingung einer Fernleitung 479.
 — zweier Leitungen 334.
 Verteiler für wechselzeitige Mehrfach-
 telegraphie 293.
 Verteilerscheiben beim Baudotschen
 Apparat 183.
 Verteilung, elektrische 9, 10.
 — magnetische 5.
- Verteilungsumschalter für ein mittleres
 Telegraphenamt 92.
 Verteilungswirkung, elektrische 10.
 Verwendung der Trockenelemente 81.
 Verzögerungswiderstand 290.
 Verzweigungsstelle 21.
 Vibrator am Heberschreiber 181.
 Vielfachbetrieb 286.
 Vielfachklinke 447.
 Vielfachumschalter 381.
 — Arbeitsplätze 383.
 — Aufnahmefähigkeit 383.
 — für Verbindungsleitungen 444.
 — für Zentralbatteriebetrieb 453.
 — in Tischform für Doppelleitungen
 445.
 — kleiner Schrankform (M. 1902) 438.
 — mit Springzeichen 448.
 — mit Zentral-Mikrofonbatterie 449.
 Vielhabendes Mikrofon 347.
 Volt 16.
 Volt-Ampere 17.
 Volt-Coulomb 17.
 Vorgang, elektrochemischer, im Kupfer-
 element 69.
 — elektrischer, in einer Telegraphen-
 leitung 54.
 Vorschaltklinke 447.
 Vorschaltschrank 463.
 Vorschalttafel 384.
- W**ahlschaltung 256.
 Wandgehäuse Stf. 1904 370, 373.
 Wandleiste für Zimmerleitung 239.
 Wärmemenge 25.
 Wärmeverlust 25.
 Wärmewirkung des elektr. Stromes 25.
 Watt 17.
 Wechsel 58.
 Wechselhebel am Hughesapparat 146,
 160.
 Wechselstrom 44, 58.
 Wechselstromkreis, Kapazität und
 Selbstinduktion 59.
 Wechselstromwecker 192, 200.
 — Einstellen und Regulieren 203.
 — großer Form 202.
 — mit einer Glocke 202.
 — polarisierter, am Fernsprechge-
 häuse 364.
 — Stf. 201.
 Wechselzeitige Mehrfachtelegraphie
 286, 292.

- Wecker** 191.
 — am Hughesapparat 166.
 — Einstellen 194.
 — gewöhnlicher (neutraler) 192.
 — Hintereinanderschaltung 193.
 — in Ruhestromleitung 269.
 — mit Fallscheibe 197.
 — polarisierter 192.
 — — Fehler 326.
 — Schaltung auf Selbstausschluß 192, 193, 196.
 — — auf Selbstunterbrechung 192, 193, 195.
 — Stf. 201.
Wecktaste 442, 443, 447.
Wellen, elektrische 188.
 — stehende 62.
Wellenbewegung, elektrische, Ausbreitung durch den Lichtäther 189.
Werkzeuge zur Unterhaltung der Apparate 124.
Werte der Kapazität 13.
Wesen des Schalles 60.
Wheatstone-Apparat 109.
 — Zeigertelegraph 106, 107.
Wheatstonesche Brücke 24, 288.
Wheatstonescher Schnellschreiber 175.
Wheatstonescher Sender 178.
 — — Schema 176.
Widerhall 61.
Widerstand eines Kupferelements 73.
 — eines Leiters 8.
 — Einheit 18.
 — elektrischer 17.
 — in den Batteriezuleitungen 249.
 — innerer 32.
 — künstlicher 218.
 — — in Arbeitsstromleitung 271, 275.
 — magnetischer 35.
 — scheinbarer 54, 60.
 — spezifischer 18.
 — spezifischer magnetischer 35.
 — von Isolationsstoffen, Abhängigkeit von der Temperatur 20.
Windfang des Farbschreibers 111, 112.
Windungsampere 35.
Windungszahl, Einfluß auf die Selbstinduktion 43.
Wirbelströme 50. 202.
Wolframstahl 2.
Woodsches Metall 233.
Zahlenblank 146, 159.
Zeichengebung, Genauigkeit 175.
Zeigertelegraph 106.
Zeitkonstante 60.
Zeitweiliger Magnetismus 2, 4.
Zeitweiliger Nebenschluß 265, 275.
Zellenschalter 94.
Zentral-Anrufbatterie 386.
Zentralbatterie 385.
Zentralbatteriegehäuse, Schaltung 369, 370.
 — Stromlauf 369.
 — von Zwietsch, Stromlauf 466.
Zentralbatterie-Mikrophon 386.
Zentralbatteriesystem 386.
Zentral-Mikrophonbatterie 385.
Zimmerleitung 238.
 — Bezeichnung 240.
 — Führung 239.
 — Widerstand 244.
Zink, Verunreinigungen 72.
Zinkschlamm 76.
Zinkverbrauch im Kupferelement 70.
Zinkvitriol, Abfüllen 75.
Zinkvitriolbildung im Element 72.
Zinkvitriollösung 68.
 — Abfüllen 72.
 — Wiederverwendung 75.
Zuführungskabel zur Batterie 241.
Zugkraft des Elektromagnets 37.
 — des Morse- und des Klopfermagnets 39.
Zündung, elektrische 26.
Zurückbleibender Magnetismus 2.
Zusammenlaufen der Morsezeichen 299.
Zusatzkasten mit Fernleitungssystemen 399.
Zweigschaltung 255.
Zweischnursystem 382, 383.
Zwillingsstöpsel 380.
 — einer Ladestelle 89.
Zwillingswicklung 136.
Zwischenamt in einer Ruhestromleitung 257, 266.
 — — Untersuchung 309.
Zwischenstelle 236.
 — in einer Arbeitsstromleitung 273.
 — in einer Ruhestromleitung mit zweitem Apparatsystem 269.
Zwischenstellen-Umschalter mit Wecker u. Polarisationszellen 358.
 — (M. 1902) 356, 357.
Zwischenverteiler 441.
Zylinderinduktor von Siemens 107.

Additional material from *Die Telegraphentechnik*,
ISBN 978-3-662-37156-5, is available at <http://extras.springer.com>



Hilfsbuch für die Elektrotechnik. Unter Mitwirkung von einer Anzahl Fachgenossen bearbeitet und herausgegeben von Dr. Karl Strecker, Geh. Postrat und Professor. Siebente, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 675 Textfiguren. In Leinwand geb. Preis M. 14,—.

Kurzes Lehrbuch der Elektrotechnik. Von Dr. Adolf Thomälen, Elektroingenieur. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 338 Textfiguren. In Leinwand geb. Preis M. 12,—.

Die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik. Von Dr. Gustav Benischke. Zweite, erweiterte Auflage von „Magnetismus und Elektrizität mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis“. Mit 489 Textabbildungen. Preis M. 12,—; in Leinwand geb. M. 13,20.

Die neueren Wandlungen der elektrischen Theorien einschließlich der Elektronentheorie. Zwei Vorträge von Professor Dr. Gustav Holzmüller. Mit 22 Textfiguren. Preis M. 3,—.

Ergebnisse und Probleme der Elektronentheorie. Vortrag, gehalten am 20. Dezember 1904 im Elektrotechnischen Verein zu Berlin von A. H. Lorentz, Professor an der Universität Leiden. Zweite Auflage. Preis M. 1,50.

Telegraphie und Telephonie ohne Draht. Von Otto Jentsch, Kaiserlicher Ober-Postinspektor. Mit 156 Textfiguren. Preis M. 5,—; in Leinwand geb. M. 6,—.

Die drahtlose Telegraphie und ihr Einfluß auf den Wirtschaftsverkehr unter besonderer Berücksichtigung des Systems „Telefunken“. Von Diplom-Ingenieur Dr. Eugen Nesper. Mit einem Verzeichnis der Patente und Literaturangaben über drahtlose Telegraphie. Mit 29 Textfiguren. Preis M. 3,—.

Herstellung und Instandhaltung elektrischer Licht- und Kraftanlagen. Ein Leitfadens auch für Nicht-Techniker unter Mitwirkung von Dr. C. Michalke verfaßt und herausgegeben von S. Frhr. von Gaisberg. Dritte, umgearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 54 Textabbildungen. In Leinwand geb. Preis M. 2,40.

Mitteilungen aus dem Telegraphen-Versuchsamte. (Telegraphen-Ingenieurbureau des Reichs-Postamts.) I. (Juni 1889 bis März 1892.) Preis M. 3,—. II. (April 1892 bis Ende 1895.) Preis M. 3,—. III. (Februar 1896 bis Juni 1900.) Preis M. 3,—.

**Einführung in die Differential- und Integralrechnung
nebst Differentialgleichungen.**

Von Dr. F. L. Kohlrausch, Dozent der Ausbildungskurse am Kaiserlichen Telegraphen-Versuchsamt Berlin. Mit 100 Textfiguren und 200 Aufgaben. Preis M. 6,—; in Leinwand geb. M. 6,80.

Naturkonstanten in alphabetischer Anordnung.

Hilfsbuch für chemische und physikalische Rechnungen mit Unterstützung des Internationalen Atomgewichtsausschusses herausgegeben von Professor Dr. H. Erdmann, Vorsteher, und Privatdozent Dr. P. Köthner, erstem Assistenten des Anorganisch-Chemischen Laboratoriums der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin. In Leinwand geb. Preis M. 6,—.

Messungen an elektrischen Maschinen.

Apparate, Instrumente, Methoden, Schaltungen. Von Rudolf Krause, Ingenieur. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 178 Textfiguren. In Leinwand geb. Preis ca. M. 5,—. Erscheint im Sommer 1907.

Elektrotechnische Meßkunde.

Von Arthur Linker, Ingenieur. Mit 385 Textfiguren. In Leinwand geb. Preis M. 10,—.

Elektrische und magnetische Messungen und Meßinstrumente.

Von H. S. Hallo, Ingenieur bei Bruce Peebles & Co. Ltd. Edinburgh und H. W. Land, Assistent am elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule zu Karlsruhe. Eine freie Bearbeitung und Ergänzung des holländischen Werkes „Magnetische en Elektrische Metingen“ von G. J. van Swaay, Professor an der Technischen Hochschule zu Delft. Mit 343 Textfiguren. In Leinwand geb. Preis M. 15,—.

Die Isolierung elektrischer Maschinen.

Von H. W. Turner, Associate A. I. E. E. und H. M. Hobart, M. I. E. E., Mem. A. I. E. E. Deutsche Bearbeitung von A. von Königslöw und R. Krause, Ingenieure. Mit 166 Textfiguren. In Leinwand geb. Preis M. 8,—.

Die Berechnung elektrischer Leitungsnetze

in Theorie und Praxis. Bearbeitet von Jos. Herzog und Cl. Feldmann. Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage in zwei Teilen.

Erster Teil: Strom- und Spannungsverteilung in Netzen. Mit 269 Textfiguren. In Leinwand geb. Preis M. 12,—.

Zweiter Teil: Die Dimensionierung der Leitungen. Mit 216 Textfiguren. In Leinwand geb. Preis M. 12,—.