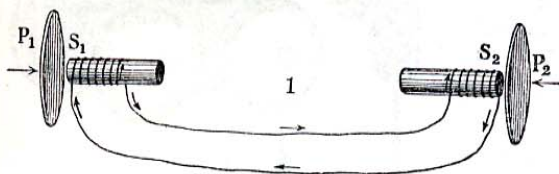
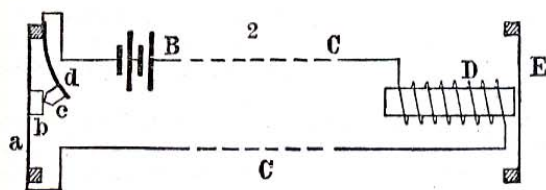


FERNSPRECHWESEN.

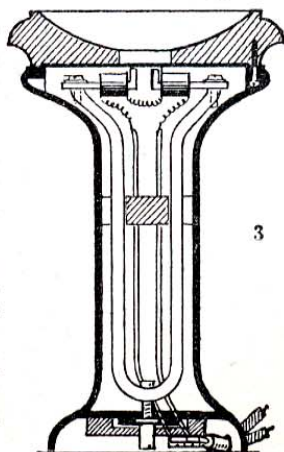
Töne u. Worte auf grössere Entfernungen elektrisch zu übertragen, gelang bereits 1861 dem Deutschen Phil. Reis; das Telephon in der Gestalt, wie es in wenigen Jahren zu einem wichtigen Verkehrsmittel geworden, erfand jedoch erst 1876 der Amerikaner Graham Bell, indem er einen Stabmagneten (Abb. 1) mit einer Drahtspule versah u. ihn einer fest eingespannten dünnen Eisenplatte gegenüberstellte. Dieser Apparat diente sowohl als Geber wie als Empfänger: spricht man gegen die Eisenplatte P_1 , so wird diese je nach der Schallstärke dem Magnetpol S_1 genähert od. von ihm entfernt, wodurch die Polstärke periodisch verstärkt od. geschwächt wird; durch diese Schwankungen des Magnetismus entstehen in der Drahtspule wechselnde Induktionsströme, die durch Drähte zu einer fernen, mit dem gleichen Apparat ausgerüsteten



Station geleitet, dort schwächend od. verstärkend auf den Magnetismus des Stabes S_2 wirken u. P_2 zum Mitschwingen u. Mittönen mit P_1 bringen. Eine solche Anordnung gestattete, die Sprache zwar klar, aber nur leise u. nur auf wenige Kilometer zu übertragen. Als mech. Analogie hierzu kann man das sog. Bindfadentelephon ansehen: verbindet man die Mitten zweier Pappdeckel durch einen Faden u. spricht gegen den einen Deckel, so pflanzen sich dessen Erzitterungen längs des Fadens zum 2. Deckel fort u. bringen ihn zum Tönen, so dafs man auf kurze Entfernungen mechanisch die Sprache übertragen kann. Als Empfänger hat sich das Telephon bis heute in fast genau derselben Form erhalten, als Geber dagegen ist es völlig verdrängt durch das Mikrophon (1878) des Amerikaners Hughes: die Schallplatte (Abb. 2, a) aus

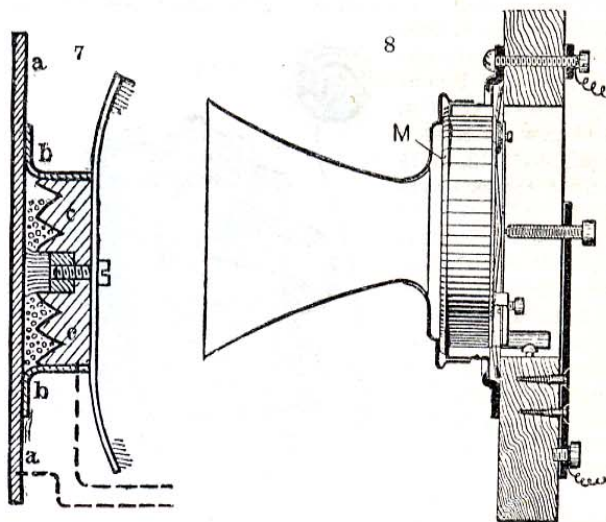


Metall, Holz od. Prefskohle überträgt ihre Bewegungen auf einen unvollkommenen Kontakt aus 2 Kohlenstückchen (b , c), von denen b an der Platte befestigt, c dagegen an einer Feder d aufgehängt ist. Eine Batterie B sendet Strom durch d , c , b u. Leitung C zum fernen Ort, wo der Telephonmagnet D auf seine Schallplatte E wirken kann, u. über Leitung C nach B zurück. Wird gegen die Mikrophonplatte gesprochen, so werden die Kohlenstückchen b , c bald fester bald loser aneinander gedrückt, dementsprechend sinkt od. steigt der elektr. Widerstand der Kontaktstelle; der Strom der Batterie wird daher bald anschwellen bald sinken u. somit am Fernort die Telephonmembran bald mehr bald weniger anziehen u. sie zum Schwingen u. Sprechen bringen. Der fundamentale Unterschied gegenüber der Bellschen Anordnung besteht darin, dafs bei dieser die Bewegungen der gebenden Schallplatte selbst den elektr. Strom erzeugen müssen, was nur in schwachem Mafs möglich ist, während beim Mikrophon in Gestalt der Batterie B eine mächtige Elektrizitätsquelle zur Verfügung steht, deren Strom durch die Schallplattenbewegung nur geregelt, bald mehr bald weniger gehemmt wird (Prinzip der Auslösung gröfserer Kräfte durch kleine Wirkungen). Bei sehr langer Leitung würde jedoch der Strom der Geberstation in der Empfänger-



station nicht mehr die gewünschte Stärke haben; man baut daher Transformatoren, mit denen sehr kräftige, auf weite Entfernung wirkende Stromschwankungen erzeugt werden können, in die Leitung ein.

Praktische Ausführungsformen des Telephons zeigen Abb. 3, 4, 5, 6 (Akt.-Ges. Mix & Genest, Berlin). Das 2polige Stabtelephon (Abb. 3 Schnitt, Abb. 4 Ansicht) besitzt einen im Hartgummigehäuse angeordneten Hufeisenmagnet, über dessen Polschuhe mit feinem Draht bewickelte Spulen geschoben sind; etwa 1 mm von den Polschuhen entfernt befindet sich die eiserne Schallplatte. Eine wesentlich leichtere Ausführung stellt das Dosen-telephon (Abb. 5) dar, bei dem ein kleiner halbkreisförmig gebogener Hufeisenmagnet in flacher Metalldose untergebracht ist; eine recht schwere das bei der deutschen Reichspost vielbenützte Löffeltelephon (Abb. 6), bei



dem der Hufeisenmagnet den Stiel bildet. Die innere Einrichtung ist bei allen dreien wesentlich die gleiche. — Manigfaltiger noch sind die Mikrophone: einkontaktige Mikrophone (nach Abb. 2), mehrkontaktige Walzen- u. vielkontaktige Körnermikrophone (Abb. 7, 8, 9; Mix & Genest). Das letztgen., bei der Reichspost eingeführte u. auch sonst weitverbreitete Mikrophon besteht aus einer Schallplatte aus Prefskohle (Abb. 7 a), an die ein Stoffbeutel b angeklebt ist, dessen Rückwand durch ein massives mit Ringnuten versehenes Kohlestück c gebildet wird. Der Beutel ist mit Kohlenkörnern gefüllt, die einen hochempfindlichen, auf die leisesten Schwingungen der Platte reagierenden Kontakt bilden. Das Ganze ist in eine Metallkapsel von Taschenuhrgröße (Sprechkapsel, Abb. 8 M) eingeschlossen u. mit dieser in das Gehäuse (Abb. 8 Schnitt, Abb. 9 Ansicht) leicht auswechselbar eingesetzt. Telephon u. Mikrophon vereinigt man oft durch einen Bügel (Mikrotelephon, Abb. 13 u. 15), so dafs

das Mikrophon vor den Mund zu stehen kommt, wenn man das Telephon an das Ohr hält.

Für das praktische Telephonieren ist neben Telephon u. Mikrophon für jede Fernsprechstation noch eine Anrufvorrichtung zur Anmeldung eines Gesprächs u. ein Umschalter nötig. Die Mikrophonbatterie wird nämlich nur für die Dauer des Gesprächs eingeschaltet. Zu dieser Umschaltung dient entw. eine am Telephon od. Mikrophon angebrachte Taste od. der Telephon-Aufhängehaken; dieser ist dann als Schalter ausgebildet, der bei angehängtem Hörer die Leitung zum Amt mit dem Anrufer (Wecker) verbindet, bei abgenommenem Hörer aber infolge der Entlastung unter Federdruck hochspringt, den Wecker von der Leitung abtrennt, dafür das Telephon einschaltet u. die Batterie für das Mikrophon schließt. Als Anruforgan dient entw. ein Druckknopf in Verbindung mit einer Rufbatterie u. Klingel (Wecker) od. ein Kurbelinduktor nach Abb. 10; dessen Kurbel betätigt eine automatisch wirkende Schaltvorrichtung, die erst beim Drehen den Induktor an die Leitung anschaltet, dagegen im Ruhezustand seine Wicklungen kurzschließt.

Diese Apparate bilden mit dem Plattenblitzableiter u. den Grob- u. Feinsicherungen gegen Starkstrombeschädigungen u. gegen schwächere, aber langdauernde, sog. schleichende Ströme die Fernsprechstelle od. Fernsprechstation u. sind gew. in Kästen wie Abb. 11, 12, 13, 14 (Mix & Genest) vereinigt. Abb. 11 zeigt eine Schreibtischstation mit sichtbarem Schalltrichter, der

Induktorkurbel (rechts), dem Wecker (oben) u. dem Telephon am Umschalt-haken (links). Abb. 12 stellt die normale Wandstation (mit

doppelschaligem Wecker) der Reichspost dar. Eine künstlerisch ausgeführte Tischstation veranschaulicht Abb. 13. Die 4 Füße des Gestells bilden die Magnete des Anrufinduktors; Telephon u. Mikrophon sind vereinigt u. ruhen in der federnden Gabel. Die aufgeklappte Pult-Wandstation (Abb. 14) läßt die Anordnung des Hakenumschalters, der Induktorkurbel u. des Induktors erkennen. — Im Ggatz zu den vollkommenen Stationen des öffentl. Verkehrs verzichten die Haus-telephonstationen auf Rufinduktor, Schutzvorrichtungen etc. u. haben sich so vereinfacht, daß man sie an jede bestehende Klingelanlage in kürzester Zeit (Abb. 15: Citophon von J. Hurwitz, Berlin) anschließen u. von Raum zu Raum mitnehmen kann.

Im Ggatz zur Telegraphie benützt man im F. statt eiserner Leitungen solche aus Kupfer- od. Bronzedraht u. unter Vermeidung der Rückleitung über Erde doppel-drahtige Leitungen. Nur bei sehr kurzen Entfernungen darf man sich mit einer Leitung u. Erdrückleitung begnügen, andernfalls findet starke Schwächung der Sprechströme, Störung durch benachbarte Starkstromanlagen u. Beeinflussung durch parallel geführte Leitungen (Mitsprechen) statt. Die Telephonlinien werden entw. oberirdisch, wie die telegraphischen, od. in Kabeln besonderer Konstruktion (Papierisolation, Bleimantel) unterirdisch geführt; in den Städten bürgert sich letztere Art mehr ein, weil man dabei viele hundert Leitungen in einem Kabel vereinigen kann. Submarine (Fernsprech-) Kabel (s. d.)

erfordern wiederum andere Konstruktion.

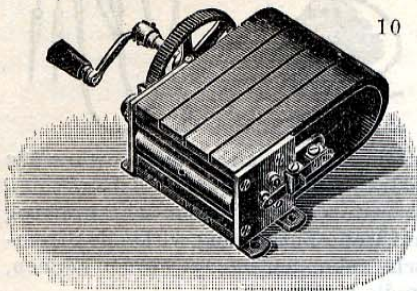
Die Fernleitung der Telephonwechselströme begegnet besonderen Schwierigkeiten. Außer dem Widerstand der Leitung selbst u. den Verlusten durch Ableitung (Isolationsfehler) kommt noch die sog. elektrost. Kapazität als stromschwächend in Betracht, nam. bei Kabelleitungen. Endlich kann auch die Selbstinduktion etwaiger in die Leitung eingeschalteter Elektromagnete die Sprechwechselströme „drosseln“. Kapazität u. Selbstinduktion können sich aber in ihren schädlichen Wirkungen gegenseitig aufheben, weshalb man neuerdings nach der glänzenden Entdeckung Pupins die Fernleitungen mit zahlreichen, regelmäßig verteilten Induktionsspulen ausrüstet, wodurch das Sprechen auf weit größere Entfernungen ermöglicht ist. Über die transatlant. Telegraphenkabel kann man wegen der ungeheuern Kapazität nicht telephonieren; könnte man sie mit Pupinsehen Induktionsspulen ausrüsten, so wäre eine Ozean-telephonie möglich, wenn auch kaum wirtschaftlich.

Aus je 2 Doppelleitungen zwischen 2 Orten läßt sich durch besondere Schaltung eine 3., unabhängige Leitung (Mehrfachtelephonie) bilden.

Ein gleichzeitiger telegr. u. telephon. Verkehr über ein u. denselben Draht wird dadurch ermöglicht, daß sowohl auf der gebenden wie auf der empfangenden Station von der Fernlinie 2 Wege zur Erde geführt sind, deren einer nur für Wechselstrom (Sprechstrom) passierbar ist, während der andere lediglich die telegr. Gleichströme leitet. Der Sprechzweig ist durch Kondensatoren gegen Gleichstrom verriegelt, der Telegraphierzweig durch Spulen hoher Selbstinduktion (sog. Drosselspulen) gegen Sprech-Wechselströme. Daher gelangen beide Stromarten, obwohl sie gemeinsam über die Fernlinie gehen, doch lediglich zu dem entsprechenden Empfangsapparat (wichtigste Anwendung in der Militärtelegraphie).

Die Vermittlung von Telephongesprächen erfordert besondere Einrichtungen, sobald eine so große Zahl von Teilnehmern miteinander verkehren soll, daß man nicht mehr von jedem

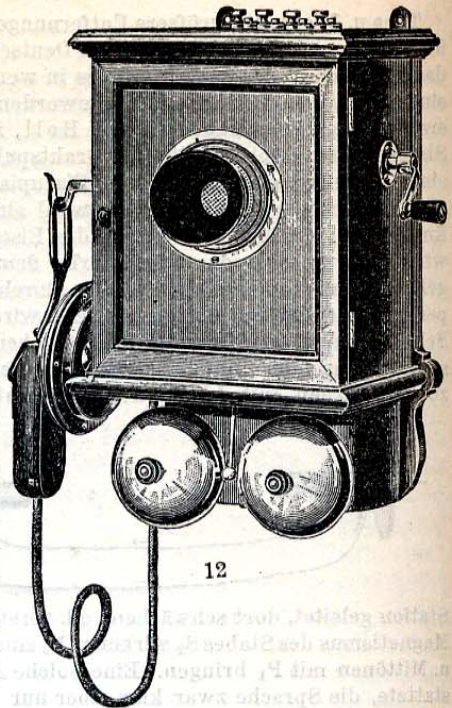
zu jedem einen Draht ziehen kann. Für kleinere Hausnetze genügt in diesem Fall noch der Linienwähler (Abb. 16); ein Strang von so vielen Drähten, als Teilnehmer vorhanden sind, durchzieht sämtliche Sprechstellen; jeder Teilnehmer hat eine kleine Schalttafel (Linienwähler), auf der er mittels eines Stöpsels



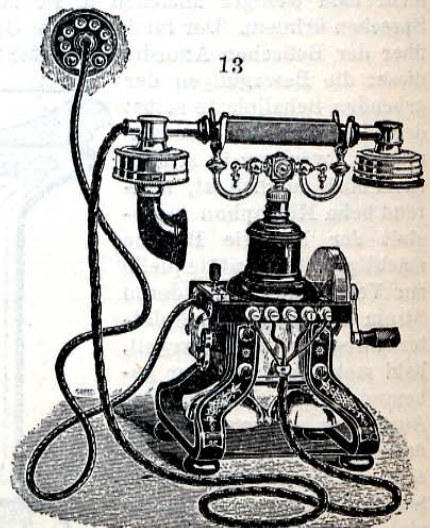
10



11



12



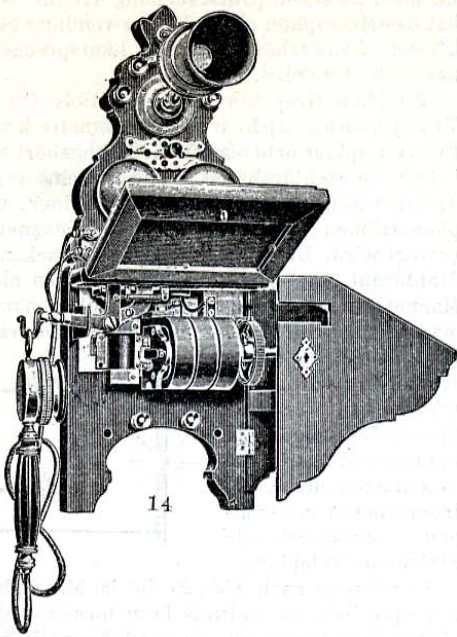
13

FERNSPRECHWESEN.

sämtliche mit den Stöpsellöchern verbundene Linien erlangen kann. Mehr als 20 bis 30 Teilnehmer auf diesem Weg zu verbinden, ist jedoch nicht ratsam; es muß dann eine besondere, von Personen bediente Zentrale eingerichtet werden, zu

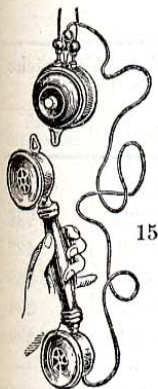
der eine Doppelleitung von jeder Sprechstelle aus führt. Die

Apparate (Umschalter) der Zentrale sind als Schränke od. Tische ausgebildet u. werden von Telephonistinnen bedient. Ihre Ausrüstung (Telephon am Ohr, Mikrophon auf der Brust) veranschaulicht

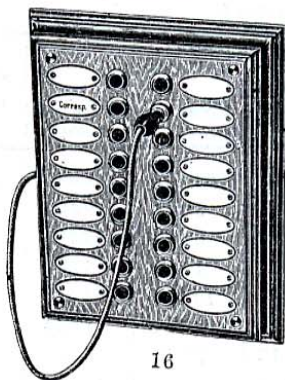


14

Abb. 17. Die Tätigkeit der Telephonistin gestaltet sich etwa folgendermaßen: sie beobachtet unausgesetzt die ihr zugewiesenen Anrufzeichen (etwa 100) der Teilnehmer, die entw. aus kleinen Glühlampen od. aus Fallklappen (Abb. 18, Mix & Genest) bestehen. Sobald durch den Rufstrom eines Teilnehmers der Elektromagnet einer Fallklappe erregt wird, zeigt sich auf der herabfallenden Scheibe die Nummer des Anrufenden. Die Telephonistin verbindet sich durch einen Stöpsel mit der betr. Teilnehmerleitung, meldet: 'Hier Amt' u. erfährt vom Teilnehmer die Nummer des Gewünschten. Hierauf richtet sie die Klappe wieder auf u. verbindet, nachdem sie sich von dem Freisein der verlangten Leitung überzeugt hat, mit Hilfe einer mit 2 Stöpseln ausgerüsteten Schnurleitung



15



16

den anrufenden mit dem verlangten Teilnehmer, sagt dem erstern: 'Ich werde rufen', beobachtet dann, ob das Gespräch in Gang kommt, u. ruft erforderlichenfalls nochmals. Mit der die beiden Teilnehmer verbindenden Schnurleitung ist ein Signalapparat verkuppelt, an dem diese durch Abklingeln od. Anhängen des Telephons an den Schalthaken den Schlufs des Gesprächs anzeigen. Hierauf setzt die Telephonistin die beiden Leitungen wieder mit ihrem Anruforgan in Verbindung. Die Telephonämter großer Städte umfassen bis zu 15 000 Teilnehmer; bei mehr bestehen gew. mehrere Ämter, die durch ein System von Verbindungsleitungen miteinander verkehren. Diese werden meist nur in einer Richtung benützt ('abgehende' u. 'ankommende' Verbindungsleitungen) u. an dem 1. Schrank des Amtes, dem sog. Vorschaltschrank, bedient, an dem auch häufig der Fernverkehr abgewickelt wird. Nur in großen Verkehrszentren ist für die Fernlinien meist ein bes. Fernamt vorgesehen. Dieses zerfällt wieder in ein Meldeamt u. ein eigentl. Fernamt, in dem die Verbindung

der Ortsteilnehmer mit Fernleitungen u. der Fernleitungen untereinander erfolgt. In solchen Städten spielt sich daher der Fernverkehr folgendermaßen ab: Ortsteilnehmer ruft Ortsamt an u. verlangt Fernamt; Ortsamt verbindet ihn mit dem Meldeamt, das den Gesprächsauftrag dem eigentl. Fernamt übermittelt; das Fernamt beauftragt den Fernort, den dort verlangten Teilnehmer bereit zu halten; sobald die Fernlinie frei u. beide Teilnehmer gesprächsbereit sind, erfolgt dann die Verbindung. Dieser umständliche Betrieb ist notwendig, um die Fernlinien voll auszunützen u. die Herrschaft über dieselben jederzeit einer Zentralstelle vorzubehalten.

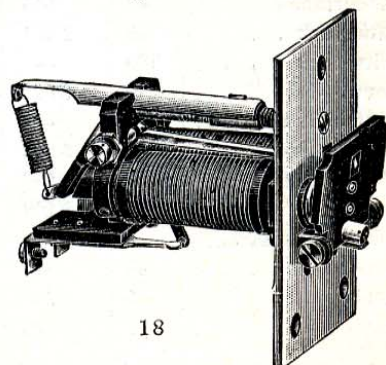
Eine Eigentümlichkeit der heutigen Fernsprechnetze ist der Nebenstellenbetrieb: das Anhängen eines 2., 3., 4. etc. Apparats an einen bestehenden Hauptanschluß. Dabei müssen sich der Hauptanschluß u. seine Nebenstellen auf dem gleichen Grundstück befinden, von dem nur eine allen gemeinsame Leitung zum Amt führt. Es kann nun auf der Hauptstelle ein kleiner Umschalter aufgestellt werden, durch den die Nebenstellen nach Belieben mit dem Amt verbunden werden können, od. es findet unter Wegfall der persönlichen Bedienung auf der Hauptstelle ein automatisch wirkender Anschluß sämtlicher Sprechstellen an die gemeinsame Leitung statt. Ein solches automat. System hat folgende Bedingungen zu erfüllen: jeder Teilnehmer muß das Amt anrufen können, u. umgekehrt, ohne daß die Unbeteiligten mitgestört werden; sobald ein Teilnehmer spricht,

müssen alle übrigen von einer Störung des Gesprächs od. vom Mithören ausgeschlossen sein, auch ist ein Signal wünschenswert, welches das Frei- od. Besetztsein der Leitung anzeigt. Im Reichspostgebiet sind maximal 5 Nebenstellen auf einen Hauptanschluß zugelassen (gegen entspr. Zuschlaggebühr). In Geschäften mit großem innerem Sprechnetz, in dem nur ein Teil der Sprechstellen zum Postanschluß berechtigt ist, verhindern in die Leitung kontrollischer eingebaute Schalter die widerrechtliche Benützung der Postleitung. Diese Janusschalter gestatten, das vollberechtigte Telephon für den Außenverkehr unter gänzlicher Lostrennung vom Hausnetz in das staatliche od. unter Abtrennung von diesem in das private Netz für den Hausverkehr hineinzuverlegen.

Automatische Ämter arbeiten ohne Telephonistin in den Ver. St. schon längere Zeit zufriedenstellend; in Berlin ist ein kleines Amt, in Chicago ein großes für 10 000 Teilnehmer im Betrieb. Jeder Teilnehmer besitzt im Amt eine Umschaltmaschine (Gruppenwähler), die durch Stromstöße einen Kontaktarm in rotierende u. fortschreitende Bewegung versetzt u. sich eine 2. u. 3. ähnliche Maschine aus den Tausenden herausucht, um durch das Zusammenwirken der 3 in wenigen Sekunden die Leitung des verlangten Teilnehmers herauszufinden, auf Besetztsein zu prüfen, anzurufen u. nach Gesprächsbeendigung wieder freizugeben. Im ganzen sind etwa 14 000 selbständige Maschinen mit 4 1/2 Mill. Kontaktstellen in 3 riesigen Sälen untergebracht. Den hohen Anlage-



17



18

FERNSPRECHWESEN.

kosten eines solchen Amtes steht die Ersparnis der Gehälter von etwa 100 Telephonistinnen gegenüber, außerdem wird die Herstellung der Verbindungen wesentlich beschleunigt.

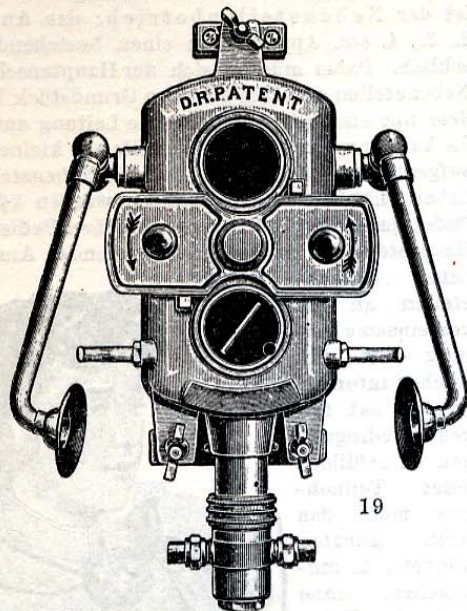
Fernsprechautomaten sind öffentliche Fernsprechstellen, die gegen Einwurf eines Geldstücks eine 1malige Benützung gestatten. Diese Gebühr braucht (in Deutschland) erst dann bezahlt zu werden, wenn das Zustandekommen des Gesprächs gesichert ist; der Einwurf des Geldes zeigt sich dem Beamten elektrisch an.

Große Bedeutung hat das Telephon als Lautsprecher zur Befehlserteilung im Heer u. der Marine, im Eisenbahnbetrieb u. Bergbau erlangt. Die Telephone werden in besonderer Größe ausgeführt u. mit schweren Magnet-

systemen u. Schalltrichtern versehen; die Mikrophone sind für sehr hohe Strombelastung eingerichtet u. werden häufig direkt aus Starkstromanlagen gespeist.

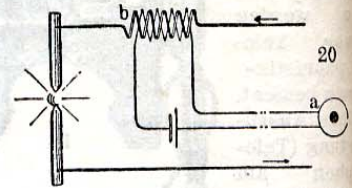
Dadurch kann die Sprache beliebig weit übertragen u. noch 10 bis 20 m vom Apparat entfernt verstanden werden.

Bei der Marine-Kommandostation von Mix & Genest (Abb. 19) befindet sich oben die Schallöffnung des Telephons, darunter die des Mikrophons; beide sind in der Ruhe durch den drehbaren Deckel geschlossen; die seitlichen Hörrohre werden bei sehr starkem Geräusch



ans Ohr genommen. Auf ähnlichen, kräftig wirkenden Telephonapparaten beruhen auch die Opern- u. Konzertübertragung sowie die Lauschklophonanlagen zur heimlichen Überwachung von Angestellten, Gefangenen etc. Zu med. Zwecken (Untersuchung der inneren Geräusche) hat das Mikrophon ebenfalls Verwendung gefunden, auch können Schwerhörige durch Lautsprecher wesentlich unterstützt werden.

Telephon. Gespräche können mittels des Poulsenschen Telephonographen elektromagnetisch auf Stahldraht fixiert u. später beliebig oft wiederabgehört werden. Hierbei ist ein Stahldraht od. -band auf eine Walze in engen Spiralen aufgerollt, worüber ein kleiner, von den Telephonströmen durchflossener Elektromagnet schnell hin- und herbewegt wird. Die wechselnden Pole drücken sich auf dem Stahldraht gewissermaßen ab u. bleiben als remanenter Magnetismus dauernd erhalten. Führt man den Elektromagneten später wieder über den Stahldraht, während ein Telephon angeschlossen wird, so wirken die magnet. Spuren des Stahldrahts induzierend auf die Windungen des Elektromagneten u. erzeugen entsprechende Ströme im Telephon.



Leitet man nach Abb. 20 die im Mikrophon a erzeugten Sprechströme (mittels Transformator b) durch einen elektr. Flammenbogen, so wird dieser in Schwingungen versetzt u. spricht wie ein Telephon (sprechende Bogenlampe). Durch die Schwingungen entstehen auch Schwankungen der Leuchtkraft, auf welche Erscheinung man eine Telephonie ohne Draht mit Hilfe des Lichts (Simon, 1898) gegründet hat. Der sprechende Flammenbogen sendet sein oszillierendes Licht mittels Scheinwerfers auf weite Entfernungen, am Empfangsort werden die Strahlen auf eine Selenzelle konzentriert, mit deren Hilfe sie wieder im Telephon hörbar gemacht werden können. Versuche sind auf 10 km gelungen, wodurch sich für die Schifffahrt ein neues wichtiges Verkehrsmittel zu eröffnen scheint.

Statistik der Fernsprecheinrichtungen 1900*.

(Längen in km.)

Staaten	Ortsanlagen		Länge der Drähte		Fernlinien			Sprechstellen	Zahl der Gespräche in 1000 St.	
	Zahl	Länge der Leitungen	über der Erde	unter der Erde	Zahl	Länge der Leitungen	Länge der Drähte		im Innern	nach außerhalb
Deutschland	2411	47 304	345 120	266 248	5133	32 077	138 923	305 794	597 423	93 533
Österreich	266	—	52 008	57 977	105	9 228	18 439	32 620	93 332	1 931
Ungarn	50	2 277	22 112	14 424	83	8 490	29 750	15 614	37 390	483
Rußland	99	7 620	73 819	1 943	20	1 565	5 625	35 340	—	978 838
Rumänien	6	539	3 045	—	1159	10 114	13 823	2 692	1 384	204
Bulgarien	6	135	521	31	5	748	1 488	464	1 394	32 299
Spanien	67	8 710	39 762	—	15	2 089	6 915	18 061	—	—
Schweiz	318	14 277	42 157	84 332	619	—	17 800	42 119	21 115	4 512
Frankreich	1199	17 263	55 307	236 367	2031	27 922	108 360	72 480	187 002	5 954
Luxemburg	83	86	964	—	168	929	2 529	2 032	2 011	969
Belgien	17	—	45 394	184	116	—	14 440	17 364	39 298	656
Niederlande	47	565	32 480	—	103	1 615	11 893	17 601	26 664	762
Dänemark	75	8 104	60 325	34 965	369	9 362	18 866	28 229	48 902	3 674
Schweden	183	—	100 362	—	1096	11 833	61 798	82 114	131 947	4 088
Norwegen	220	6 823	49 828	21 167	2	11 745	42 511	35 899	45 816	3 728
Großbrit. u. Irland .	—	—	—	—	1116	15 557	61 811	—	—	9 040
Britisch-Indien . .	320	3 273	5 494	—	—	—	—	3 259	5 140	—
Niederl.-Indien . .	39	8 386	14 625	—	9	1 263	2 387	3 654	4 313	19
Japan	20	2 202	64 478	27 845	56	970	8 546	19 224	65 728	817
Viktoria (Austral.) .	6	1 771	24 866	2 409	157	469	1 792	5 246	—	—
Neu-Seeland	48	877	11 249	—	—	—	—	8 716	—	—
Tunis	9	251	371	—	14	—	888	327	245	60
Natal	2	62	429	—	457	—	—	2	—	—

* Nach dem Statist. Jahrbuch für das Deutsche Reich 1903.