Die Radiotelephon-Sendestation Zürich

Autor(en): **Sutter, B.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri**

Band (Jahr): **3 (1925)**

Heft 4

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-873906

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Jahrgang / Année / Anno III

№ 4

Bern, den / Berne, le / Berna, il 1. VIII. 1925

Technische Mitteilungen

der schweizerischen Telegraphen- und Telephon-Verwaltung

Bulletin Technique — Bollettino Tecnico

de l'Administration des Télégraphes et des Téléphones suisses

dell' Amministrazione dei Telegrafi e dei Telefoni svizzeri

Herausgegeben im Auftrage der Obertelegraphendirektion

Publié par ordre de la Direction Générale des Télégraphes

Pubblicato per ordine della Direzione Generale dei Telegrafi

Die Radiotelephonie-Sendestation Zürich.

Von Dipl.-Ing. B. Sutter.

Während im Auslande, vornehmlich in Nordamerika und England, die Radiotelephonie zur Verbreitung von Vorträgen, musikalischen Veranstaltungen und Nachrichten aller Art längst ungemein populär geworden ist, wurde bei uns erst im verflossenen Jahre in Zürich eine nach ausländischem Muster ausschliesslich für den Unterhaltungs-Rundspruch bestimmte schweizerische Broadcastingstation gebaut und damit ein Wendepunkt in der Entwicklung der schweizerischen Radio-Telephonie markiert. Die schon länger bestehenden kleineren Sendestationen in Genf und Lausanne sind für den Dienst der dortigen Flugplätze bestimmt und nehmen nur in bescheidenem Masse und mit unzulänglichen technischen Mitteln am Unterhaltungs-Rundspruche teil. — Um das schweizerische Broadcasting von Anfang an in vernünftige Bahnen zu lenken, hat die Obertelegraphendirektion in einsichtiger Weise die Konzessionserteilung für die Errichtung einer Sendestation einzelnen Privaten verwehrt. Von dem Gedanken geleitet, dass die schweizerische Radiostation kein reines Geschäftsunternehmen darstellen, sondern im Dienste der Allgemeinheit stehen und ihr gehören solle, hat die genannte Direktion die Gründung einer Genossenschaft eingeleitet, die alle an der Sache interessierten Kreise umfasst und der jedermann, der Interesse daran hat, beitreten kann. Die im Frühjahr 1924 konstituierte Radio-Genossenschaft in Zürich hat alsdann von einigen führenden Firmen Entwürfe für die geplante Radiostation eingeholt und sich nach Prüfung der Vorschläge zur Auftragerteilung an die Western Electric und Bell Telephone Mfg. Co. in Bern entschlossen. Anfangs Juli wurde mit den Installationsarbeiten begonnen, und bereits am 24. August konnte mit feierlichem Eröffnungsakte die Anlage dem Betriebe übergeben werden.

Für die zweckmässige Projektierung einer Radio-Broadcasting-Station sind zwei Richtlinien massgebend. Einmal muss — wie überhaupt bei jeder Radiosendestation, sei sie nun für den Unterhaltungs- oder den kommerziellen Dienst bestimmt — für die eigentliche Sendeanlage ein möglichst freies Gelände gewählt werden, das tunlichst abgelegen ist von stören-

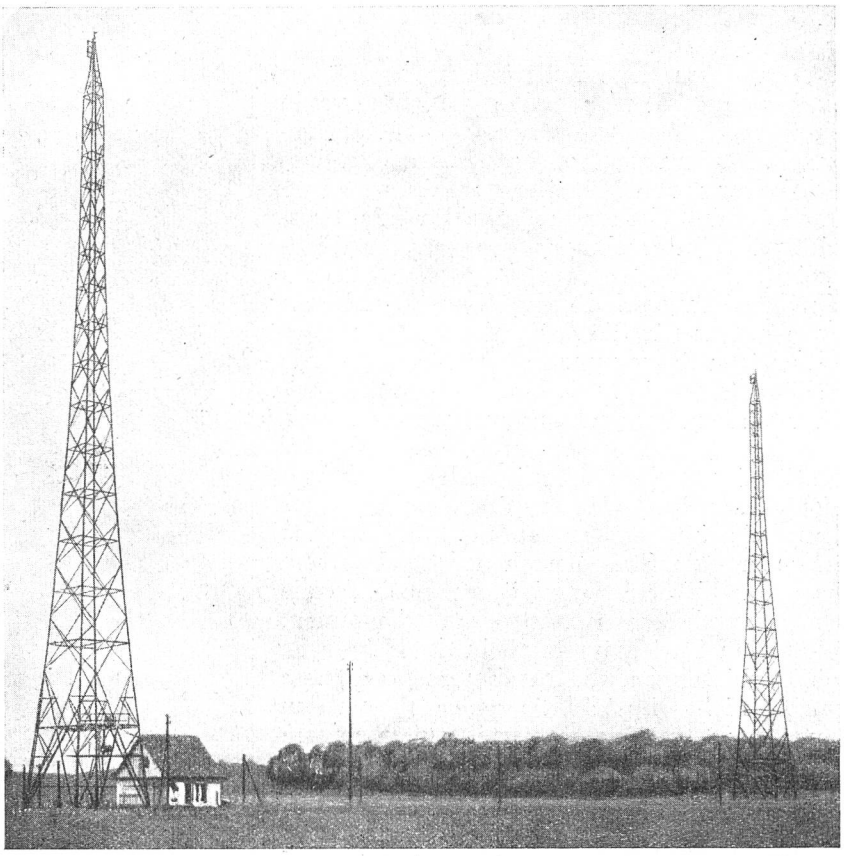

Fig. 1. Generalansicht der Station in Höngg. Phot. Nic Aluf.

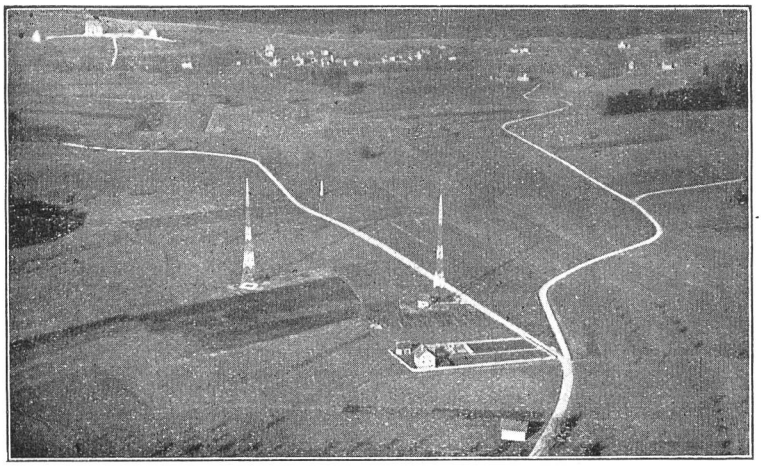

Fig. 1a. Fliegeraufnahme. Phot. Walter Mittelholzer.

den Industriezentren oder Gebäuden und dergleichen, welche die elektrischen Wellen absorbieren oder stark deformieren. Sodann ist bei einer dem Unterhaltungsrundspruche dienenden Anlage zu berücksichtigen, dass der Aufnahmeraum, von wo aus sich die Künstler und Redner an die unsichtbaren Zuhörer wenden, an einer möglichst bequem erreichbaren Stelle untergebracht werden muss.

Bei der Anlage in Zürich ist man diesen beiden Forderungen in weitestem Sinne gerecht geworden, indem man das Sendehäuschen mit der ausgedehnten Antennenanlage ausserhalb der Stadt auf dem Höngger-Berge errichtete und den Aufnahmeraum oder, wie man zu sagen pflegt, „das Studio" im Zentrum der Stadt in einem der zürcherischen Amtshäuser unterbrachte. Man hat damit nicht nur in technischer Hinsicht die beste Grundlage gewonnen, sondern gleichzeitig auch erreicht, dass die Werbung von Künstlern weniger grossen Schwierigkeiten begegnet, was für die Prosperität des Unternehmens von grösster Wichtigkeit ist.

Um auch ausserhalb des Studios stehende Bezugsquellen für die Zusammenstellung eines reichhaltigen Programms zu erschliessen, wurde die Zürcher Station mit einer vollständig ausgebildeten Fernbesprechungsanlage ausgerüstet, die gestattet, den Sender in Höngg nicht nur vom Studio aus zu steuern, sondern auch von beliebigen andern Orten aus (Theater, Konzertsäle usw.); im letztgenannten Falle werden ausser der vom Studio nach der Sendestation führenden Uebertragungsleitung noch lokale Telephonanschlüsse in Anspruch genommen. Die Station Zürich ist damit in Stand gesetzt, auch Darbietungen, die aus diesem oder jenem Grunde nicht im Studio gehalten werden können, am geeigneten Orte aufzunehmen. Da ausserdem die Uebertragungsleitung über das Fernamt führt, ist es möglich, auch ausserhalb von Zürich sich abspielende Ereignisse radiotelephonisch weiter zu geben. Die verschiedenen Verbindungsleitungen der Zürcher Anlage sind nach Schema Fig. 3 angeordnet. Die von den Aufnahmeorten herkommenden Telephonleitungen führen über den Verteiler der Lokal-Zentrale Bahnhofstrasse nach dem unmittelbar an das Studio angrenzenden Apparatenraum, wo sie in einer Klinkentafel zusammenlaufen, die gestattet, die gewünschten Umschaltungen vorzunehmen. Von der Klinkentafel führen auch die zwei von der Telephonverwaltung gemieteten Telephonleitungen nach der Sendestation in Höngg, nämlich die zur Steuerung des Senders benützte Uebertragungsleitung und eine als Reserveleitung und zugleich als Dienstleitung zwischen Studio und Sendestation dienende Telephonschleife. Die beiden, insgesamt 7 km langen Leitungen sind aus Lokalkabel, Fernkabel und Frei-

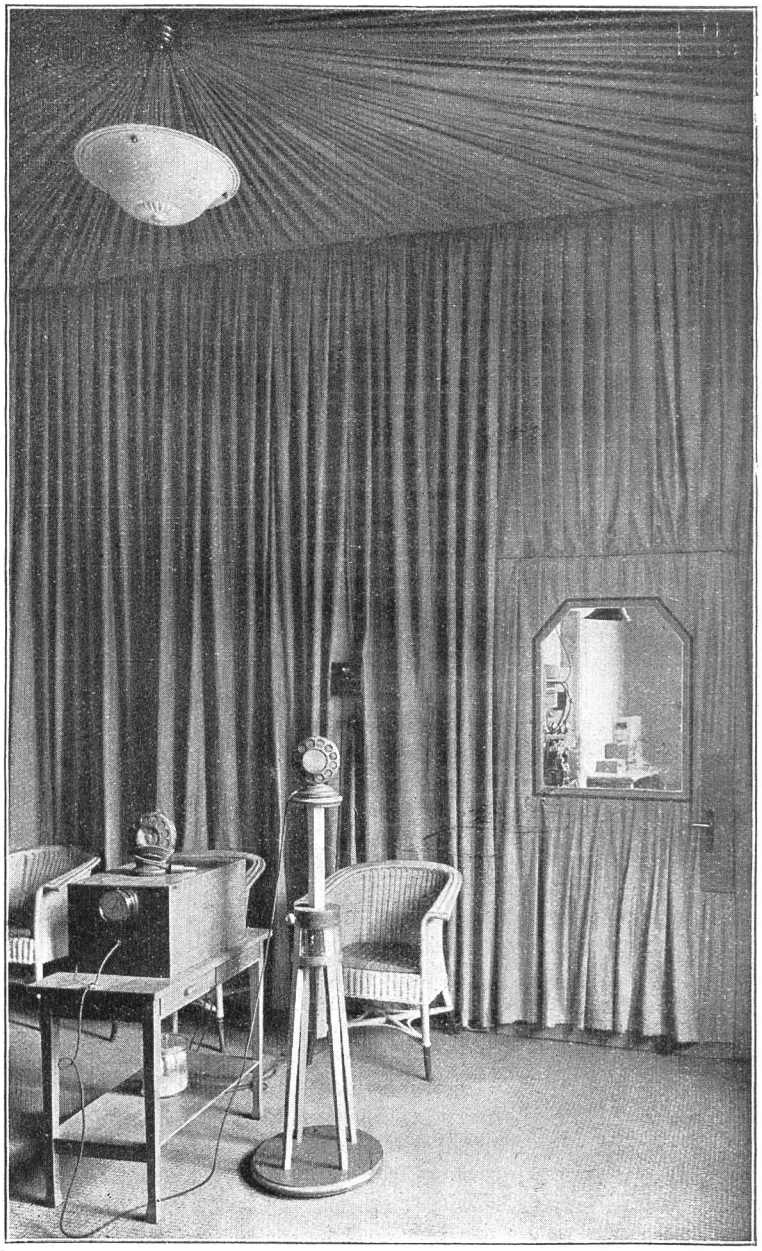

Fig. 2. Studio. Phot. Nic Alui.

leitung zusammengesetzt, wobei die betreffenden Kabeladern in Kabeln verlaufen, die auch dem gewöhnlichen Telephonverkehr zu dienen haben. Zur Fernsteuerung des Senders steht demnach kein ideales Leitungsmaterial zur Verfügung. Das sich bei einer solchen Leitung naturgemäss einstellende Uebersprechen, sowie die unvermeidlichen Induktionsstörungen und Frequenz-Verzerrungen, die für den Radiobetrieb noch weit schwerwiegender sind als für den gewöhnlichen Telephonverkehr, konnten durch geeignete Wahl der Uebertragungsstromstärke und durch Einschalten von passenden Ausgleichsgliedern auf ein erträgliches Minimum reduziert werden.

Die zur Uebertragung gelangenden Programme bestehen im allgemeinen aus Ansprachen und Musik. Beim Unterhaltungs-Rundspruch spielt ausser der Verständlichkeit der wiedergegebenen Worte die Natürlichkeit der Sprache und Klänge eine weit grössere Rolle als im gewöhnlichen Telephonbetrieb. Soll am Empfangstelephon eine reine und natürliche Wiedergabe erzielt werden, so darf die komplizierte akustische Schwingungskurve auf ihrem ganzen Entwicklungswege von der Schallquelle bis zum Ohr des Zuhörers weder verzerrt noch durch Hinzutreten fremder Schwingungen gestört werden. Bekanntlich lassen sich die komplizierten Luftschwingungen, aus denen die Klänge bestehen (Druckänderungen), für ein kleines Zeitintervall in eine Reihe von sinusförmigen Komponenten zerlegen, die während der Fortpflanzung des Klanges Amplitude, Frequenz und Phase ändern. Die Uebertragung des Klanges kann daher auch als Uebertragung der sinusoidalen Komponenten betrachtet werden. Um eine naturgetreue Uebertragung zu erzielen, müssen die übertragenen Klänge die Komponenten der verschiedenen Frequenzen in der gleichen relativen Amplitudengrösse enthalten wie die ursprünglichen Klänge, und zum andern dürfen sie keine Komponenten von Frequenzen besitzen, die in den ursprünglichen Klängen nicht vorkommen. Der erste Fall tritt ein, wenn das Uebertragungssystem für verschiedene Frequenzen verschiedene Wirkungsgrade besitzt und der zweite, wenn für das ganze System oder für einzelne Elemente desselben das Verhältnis von zugeführter zu abgegebener Energie von der Grösse der zugeführten Energie abhängig ist, wie es bei Transformatoren mit Eisenkernen, Vakuum-Röhren und schwingenden mechanischen Teilen der Fall sein kann. Der Grad, bis zu welchem diesen beiden Forderungen und der weitern Bedingung, dass die Uebertragung von störenden Nebengeräuschen frei sein soll, Genüge geleistet wird, kann als Mass für die Güte des Uebertragungssystems betrachtet werden. Aus der folgen-

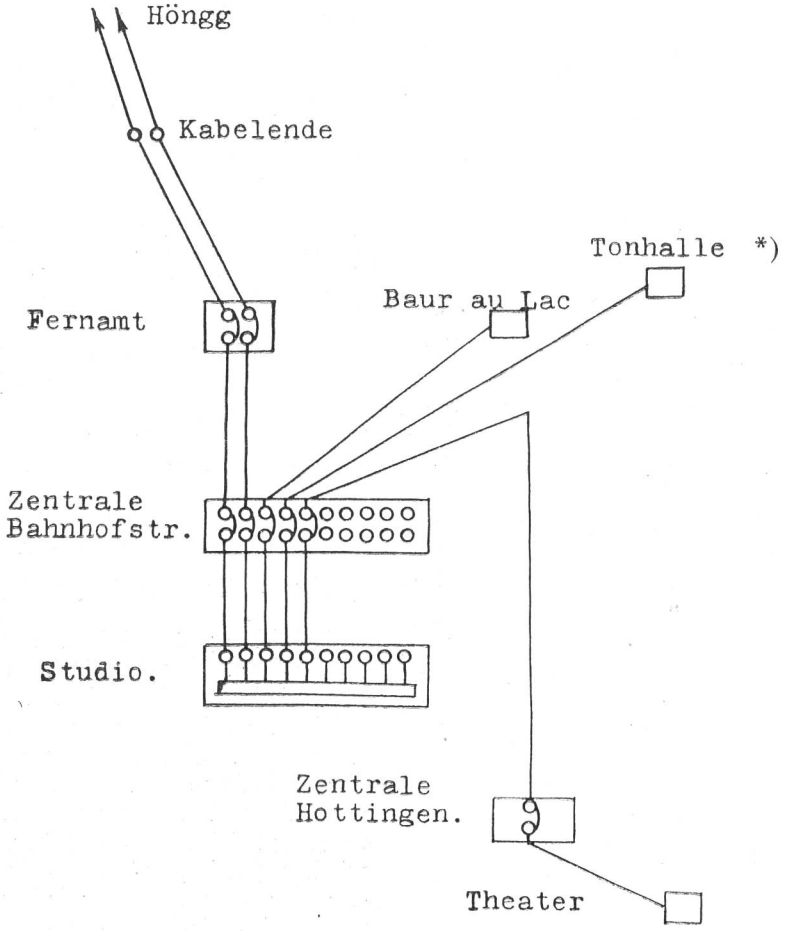

Fig. 3. Schematische Darstellung der Fernbesprechungs-Anlage.

*) Der Anschluss nach der Tonhalle besteht vorläufig noch nicht, ist aber in Aussicht genommen. Ständig angeschlossen ist zur Zeit das Helmhaus.

den Beschreibung des Uebertragungsvorganges geht hervor, auf welche Weise und in welchem Grade im Western Electric-System diesen Anforderungen entsprochen ist.

In der Abbildung 4 ist schematisch die Reihenfolge der wesentlichen Elemente des Uebertragungssystems dargestellt. Darin bedeutet M das zur Umwandlung der Schallenergie in elektrische Energie dienende Mikrophon, V_1 den Verstärker, der die verhältnismässig geringe Leistung des Mikrophons, bevor sie

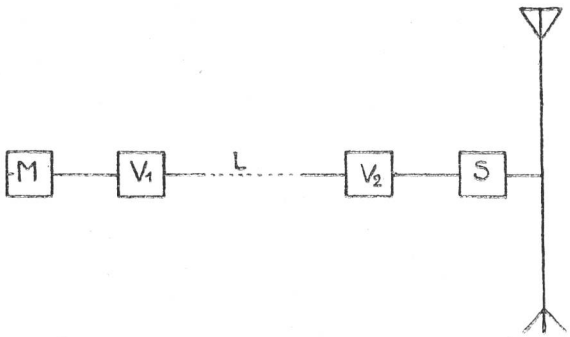

Fig. 4.
Schematische Darstellung des Uebertragungssystemes.

über die Drahtleitung L nach der Sendestation übertragen wird, verstärkt. Der Verstärker V_2 und der Radiosender S verstärken und transformieren die ankommende Energie in die Form, wie sie der Antenne zugeführt wird.

Die Aufnahme der von der Tonquelle ausgehenden Schallwellen mittelst des Mikrophons entspricht dem Hören mit nur einem Ohr. Die mit dem Hören mit beiden Ohren verbundene Richtungsempfindung fehlt demnach und damit auch die dem Hören mit beiden Ohren eigene Fähigkeit, sich auf eine Tonquelle zu konzentrieren unter teilweiser Ausserachtlassung von anderweitigen, aus andern Richtungen und Entfernungen kommenden Tönen. Zur Unterdrückung von störenden Geräuschen und Echoeffekten im Aufnahmeraum ist daher dessen Boden mit einem dicken Filzteppich belegt, und Wände und Decke sind kunstgerecht mit Baumwollreps bekleidet.

Fig. 5.
Mikrophon, federnd in einem Bronzegehäuse aufgehängt.

Zur Aufnahme der Schallschwingungen und zu deren Umsetzung in elektrische Energie stehen in Zürich zwei verschiedene Mikrophone zur Verfügung. Im eigentlichen Broadcasting-Betriebe wird das hochwertige Western Electric Kondensator-Mikrophon benützt, während für den Notfall jederzeit auf ein bereitstehendes Kohlen-Mikrophon, wie es weiter unten beschrieben wird, umgeschaltet werden kann.

Das Kondensatormikrophon. Das elektrostatische Mikrophon besteht im wesentlichen aus einem Kondensator von ungefähr 500 Mikro-Mikrofarad (450 cm) Kapazität. Die eine Platte des Kondensators bildet eine zirka 0,05 mm dicke, straff gespannte Hartaluminium-Membrane, die in einer Distanz von 0,025 mm von der zweiten, massiven Platte entfernt befestigt ist.

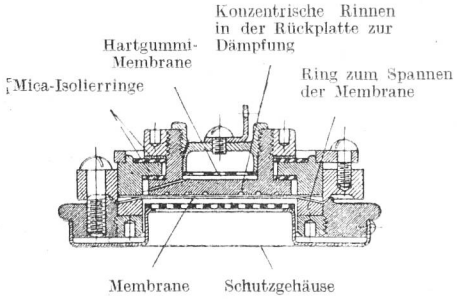

Fig. 6. Querschnitt durch das Kondensatormikrophon.

Abbildung 6 zeigt den Querschnitt durch das Mikrophon. Zur deutlicheren Veranschaulichung der verschiedenen Teile sind die Dicke der Membrane, sowie das Dielektrikum in vergrössertem Maßstabe dargestellt. Um die Verzerrungstendenz, die jedem zur Aufnahme und Wiedergabe von Tonschwingungen dienenden Instrumente, bei dem als Uebertragungsmittel eine schwingende Membrane benützt wird, eigen ist, möglichst aus dem Frequenzbereich der zur Uebertragung gelangenden Töne zu entfernen, ist die Membrane des Mikrophones zur Erzielung einer möglichst hohen Eigenschwingungszahl straff gespannt. Ausserdem ist zum selben Zwecke eine besondere Methode von Luftdämpfung angewendet, die durch eine Anzahl konzentrischer Rinnen in der massiven Rückplatte des Kondensators erreicht wird. Die Eigenschwingungszahl der Membrane beträgt am betriebsfertigen Mikrophon mehr als 10,000 Schwingungen in der Sekunde. Es besteht demnach gegenüber den Frequenzen der in der Praxis zur Uebertragung gelangenden Töne ein genügender Abstand, da nach zuverlässigen Messungen ein Frequenzbereich von 25 bis 5000 Perioden in der Sekunde für fast alle Arten von Musik, wie selbstredend auch für die Sprache hinreichend ist. (Der Frequenzbereich des Klavieres erstreckt sich zwischen 27 und 4225 P/sec; der tiefste Orgelton hat 16 Perioden und der höchste Ton des Piccolos 4752 Perioden in der Sekunde.)

Wegen der geringen Kapazität und der hohen Impedanz des Mikrophones darf sich der Mikrophon-

stromkreis nicht weiter als etwa 3 m vom Mikrophon entfernt schliessen. Das Mikrophon ist daher nicht direkt mit dem eigentlichen Verstärker verbunden, sondern an einen im Aufnahmeraum (Studio) selbst aufgestellten kleinen Vorverstärker angeschlossen, der je nach der Aufstellung des Mikrophones nach Belieben an verschiedene Stellen des Aufnahmeraumes verbracht werden kann.

Der Vorverstärker ist ein nach dem in Fig. 7 veranschaulichten Prinzip gebauter Drei-Stufenverstärker, ausgerüstet mit den kleinen Western Electric Sparlampen. Die Kopplung zwischen den einzelnen Verstärkungsstufen erfolgt nach dem Widerstand-Kapazität-Prinzip. Das Mikrophon ist wegen seiner hohen Impedanz mittelst eines Blockkondensators direkt an das Gitter der ersten Lampe angeschlossen. Die Mikrophonmembrane wird gegenüber der massiven Rückplatte über einen hochohmigen Widerstand auf ein Potential von 220 Volt gebracht. Zur Konstanthaltung des negativen Gitterpotentiales der ersten Lampe ist zwischen Gitter und Heizfaden ein hoher Widerstand eingeschaltet. Ein aus dem beschriebenen Kondensator-Mikrophon und einem solchen Verstärker bestehendes Uebertragungssystem darf als praktisch vollkommen angesprochen werden. Zuverlässige Messungen haben ergeben, dass die mit einem solchen System bei Anschaltung eines besonders hochwertigen Hörers an die Ausgangsseite des Verstärkers erzielte Verständigung bis auf einige Zehntel Prozente so gut ist wie bei unmittelbarem Hören[1]), indem die dem Verstärker innewohnende Frequenzverzerrung sowie die Geräuschbildung (infolge Isolationsverlusten, Schwankungen in den Gitter- und Plattenbatterien und Ungleichmässigkeiten in den Lampen) für den praktischen Frequenzbereich äusserst gering sind, und das Mikrophon an und für sich eine praktisch ideale Umwandlung der Schallklänge in elektrische Energie liefert; dies möge durch folgende Beschreibung der Wirkungsweise des Kondensatormikrophones dargetan werden.[2])

Die auf das Mikrophon auftreffenden Schallwellen versetzen dessen Membrane in Schwingung, wodurch die von Membrane und Rückplatte gebildete Kapazität geändert wird.

Das aufgeladene Kondensatormikrophon repräsentiert eine bestimmte Elektrizitätsmenge

$$Q = C\,V = 250 \cdot 10^{-12} \cdot 220 \text{ Coulomb},$$

die praktisch konstant ist, weil die Kapazitätsänderungen zu rasch erfolgen, um über den hochohmigen Widerstand des Vorverstärkers einen merklichen Spannungsausgleich herbeizuführen.

In jedem Zeitmomente besteht daher zwischen den Kondensatorplatten die Spannung

$$v = \frac{Q_1}{C_1},$$

wobei C_1 die Kondensatorkapazität bedeutet $= C + \triangle c \sin \omega t$, wenn C der Mittelwert der Kapazität und $\triangle c$ die maximale Aenderung bei einem angelegten Tone von der Frequenz $f = \frac{\omega}{2\pi}$ ist.

Sodann ist $v = \frac{Q}{C + \triangle c \sin \omega t}$ oder in eine unendliche Reihe entwickelt

$$= \frac{Q}{C} - \frac{Q \triangle c}{C^2} \sin \omega t + \frac{Q \triangle c^2}{C^3} \sin^2 \omega t - \frac{Q \triangle c^3}{C^4} \sin^3 \omega t + \ldots \text{ etc.}$$

Unter der Annahme, dass $\triangle c$ klein sei gegenüber C (in der Tat ist $\triangle c$ von der Grössenordnung 10^{-6} C), ergibt sich somit, dass der Austritt des Kondensators direkt proportional ist zu $\triangle c$, also proportional der Kapazitätsänderung des Kondensators.

Um zu zeigen, dass $\triangle c$ klein ist im Vergleiche zu C, sei mit s die Distanz zwischen den beiden Kondensatorplatten, mit $\triangle$ s die maximale Durchbiegung der Membrane und mit F die Fläche der Kondensatorplatten bezeichnet.

Sodann ist

$$C = \frac{F}{4\pi s \cdot 9 \cdot 10^{11}} \text{ und } dc = \frac{-F\,ds}{4\pi s^2 \cdot 9 \cdot 10^{11}} \text{ und}$$

daher näherungsweise $\triangle c = \frac{-F \triangle s}{4\pi s^2 \cdot 9 \cdot 10^{11}}$.

Somit ist $\frac{\triangle c}{C} = \frac{\triangle s}{s}$.

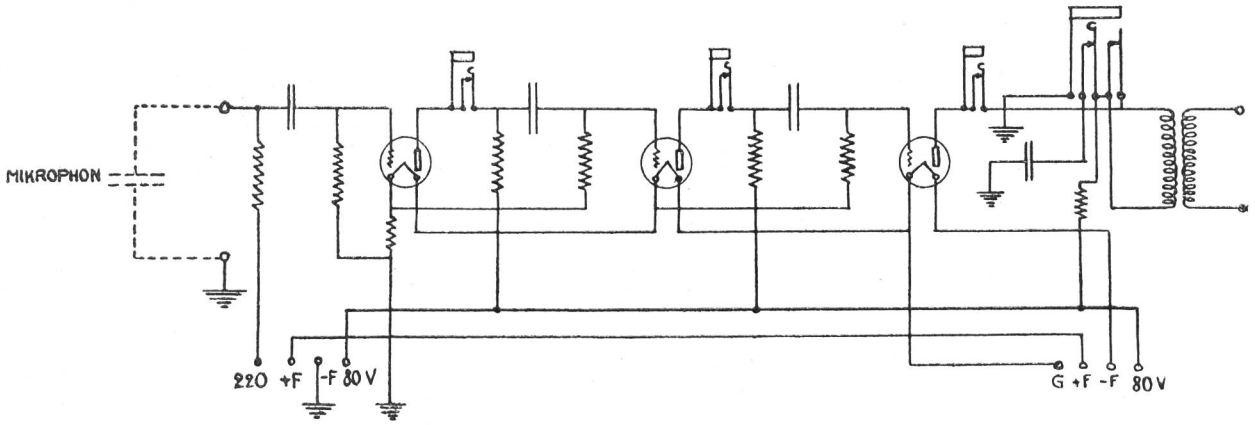

Fig. 7. Vorverstärker.

[1]) H. Fletcher, High-Quality Transmission and Reproduction of Speech and Music. Journal of the American Institute of Electrical Engineers, vol. XLIII, No. 3.

[2]) The Electrostatic Transmitter, E. K. Sandeman B. Sc. The Wireless World No. 241.

Die maximale Verschiebung des Luftpartikels in einer Distanz von 150 cm vom Munde des Redners (normale Distanz vom Mikrophon) ist von der Grössenordnung 10^{-6} cm. Die Impedanz der nicht gespannten Membrane für von der Eigenschwingungszahl entfernt liegende Frequenzen darf mit 1000 Abohm*) pro cm² in Rechnung gesetzt werden, während diejenige der Luft nur 40 Abohm pro cm² beträgt. Aus dem experimentellen Vergleiche der Empfindlichkeit eines gewöhnlichen Mikrophons mit derjenigen der im Kondensatormikrophon verwendeten straff gespannten Hartaluminiummembrane darf geschlossen werden, dass durch das Spannen der Membrane der Quotient aus Impedanz zur Auslenkung der Membrane ungefähr auf den 100fachen Betrag gestiegen ist (= Quadratwurzel aus dem Quotienten der abgegebenen Energie). Die Impedanz der gespannten Membrane ist daher mindestens 1000 mal grösser als diejenige der mechanisch mit ihr gekuppelten Luft. Daraus ergibt sich ein Uebergangsverlust von der Grössenordnung von mindestens dem 1000fachen Druckquotienten. Die Auslenkungsamplitude der Membrane kann daher nicht grösser als 10^{-9} cm sein. Die erzeugten Harmonischen können also auch im ungünstigsten Falle durchaus vernachlässigt werden.

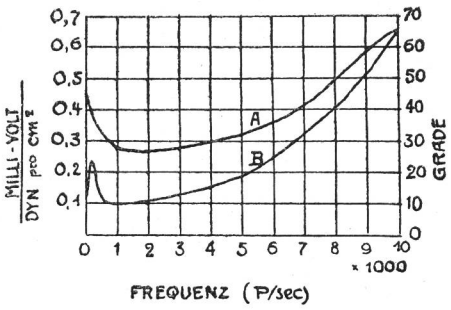

Fig. 8.
Empfindlichkeits-Frequenz-Charakteristik des Kondensatormikrophons.
A Volt per Druckeinheit.
B Phasennacheilung der E. M. K. gegenüber dem Druck.

Im Folgenden sei noch mit einigen Worten auf die Empfindlichkeitscharakteristik des Kondensatormikrophons hingewiesen, d. h. auf das Verhalten der Wiedergabeintensität für verschiedene Frequenzen. Eine Empfindlichkeitscharakteristik kann auf verschiedene Grössenverhältnisse abgestellt werden; da im gegebenen Falle der Kondensator direkt mit dem Gitter einer Lampe verbunden ist, wird am zweckmässigsten die Charakteristik auf die Spannung bezogen. In der Aerodynamik finden wir ein Analoges zur Spannung im Druck. Die Kalibrierung wird daher zweckentsprechend auf den Quotienten aus Spannung (Volt) und angelegtem Druck (Dyn pro cm²) bezogen.

Die Abbildungen 8 und 9 zeigen solche Kalibrierungskurven. In der Abszissenrichtung ist die Frequenz abgetragen, während die Ordinaten die verschiedenen Werte für den Quotienten aus abgegebenen Millivolt und Dyn pro Quadratzentimeter wiedergeben. Abbildung 8 zeigt den Kurvenverlauf

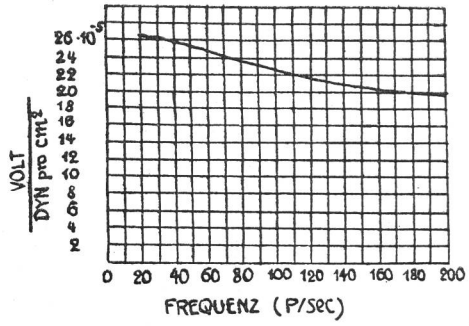

Fig. 9.
Wirkungsgrad des Kondensatormikrophons.

für ein gegebenes Instrument im Frequenzbereich 0—10,000 Perioden, und Abbildung 9 in grösserem Maßstabe den Kurvenverlauf zwischen 0 und 200 Perioden für ein anderes Instrument. In Fig. 8 ist ausserdem auch die Kurve der infolge der Trägheit der Membrane eintretenden Phasennacheilung eingezeichnet, die jedoch von weniger grosser Bedeutung ist.

Wie aus diesen Abbildungen ersichtlich ist, verlaufen die Kurven für den praktisch in Betracht fallenden Frequenzbereich äusserst flach. Daraus lassen sich bemerkenswerte Eigenschaften des Kondensatormikrophons erkennen. Einmal die, dass die Verzerrung vernachlässigt werden kann. Die Erfahrung hat gezeigt, dass eine Frequenz fast dreimal so stark als eine andere wiedergegeben werden muss, bis das Ohr eine starke Verzerrung wahrzunehmen imstande ist. Der ungünstigste Wert, der sich aus obigen Kurven ergibt, beträgt nur 2,2. Die Verzerrung für den ganzen weiten Frequenzbereich von 0—10,000 Perioden darf daher als für das menschliche Ohr nicht wahrnehmbar betrachtet werden. Zum andern ist aus den Abbildungen ersichtlich, dass die Kurven einen Verlauf nehmen, der demjenigen der entsprechenden Kurven aller Telephonhörer und Lautsprecher entgegengesetzt ist. Das Kondensatormikrophon wirkt daher der den Empfangsgeräten innewohnenden Verzerrung entgegen.

Das Kohlenmikrophon. Wie an früherer Stelle erwähnt wurde, steht in Zürich nebst dem Kondensatormikrophon für den Notfall ein hochwertiges Western Electric Kohlenkörnermikrophon zur Verfügung. Dieses besteht ebenfalls aus einer Hartaluminium-Membrane, zu deren beiden Seiten sich je eine mit Kohlenkörnern gefüllte Kapsel befindet. Ungleichmässigkeiten in der durch den Quotienten aus Druck zur Widerstandsänderung bestimmten Empfindlichkeit des Mikrophones werden durch diese Differentialanordnung selbsttätig kompensiert. Da die Leistung des Kohlenmikrophons grösser ist

*) Ein Abohm ist die Einheit, die das Verhältnis zwischen maximalem Druck (infolge der Schallwellen) und der maximalen Verschiebungsgeschwindigkeit des Luftpartikels für einen betrachteten Punkt ausdrückt. Es besitzt somit in C G S Einheiten ausgedrückt, die Dimensionen $\frac{G\,C\,S^{-2}}{C\,S^{-1}} = G\,S^{-1}$ und wird in Dyn-Sekunden pro Zentimeter angegeben. Diese Einheit ist amerikanischen Ursprungs und wird in Europa noch selten verwendet.

als die des Kondensatormikrophons, wird bei dessen Anwendung der erwähnte Vorverstärker entbehrlich.

Der Eintrittsverstärker. Die von der Mikrophonausrüstung erzeugten schwachen Ströme erfordern

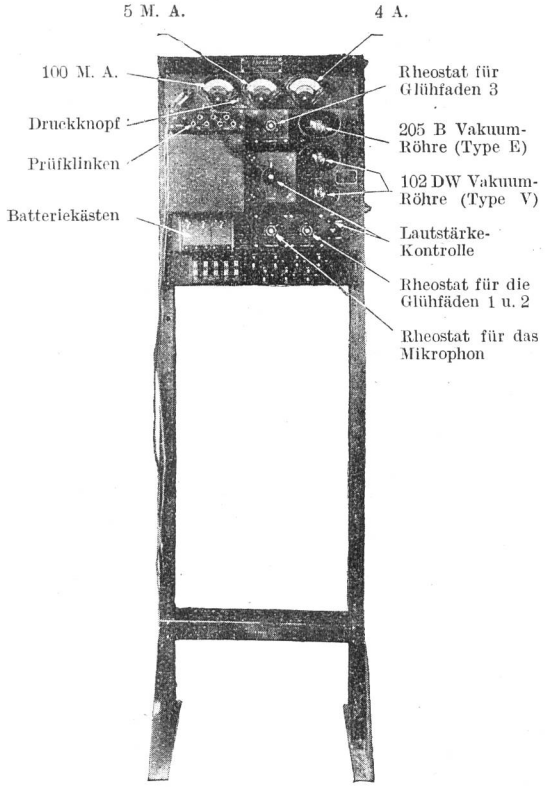

Fig. 10. Der Eintrittsverstärker.

vor der Uebertragung nach der Sendestation eine beträchtliche Verstärkung, einmal zur Uebertönung der auf der Uebertragungsleitung bestehenden fremden Geräusche und zum andern, um überhaupt den Sender mit genügender Energie steuern zu können. Der dazu benützte Verstärker ist ein Dreistufenkraftverstärker, der zusammen mit den aus der Abbildung 10 ersichtlichen Kontrollinstrumenten auf einem 170 cm hohen Winkeleisengestell montiert ist. Ausser einem gleichförmigen Wirkungsgrad für den ganzen in Betracht fallenden Frequenzbereich muss dieser Verstärker mit Rücksicht auf die ausserordentlichen Lautstärkeschwankungen, die in der Sprache und Musik vorkommen (der Bereich der mittleren Lautstärke für die Sprache ist von der Grössenordnung 1000 zu 1 und derjenige in der Orchestermusik kann 100,000 zu 1 sein), die Eigenschaft besitzen, einen grossen Verstärkungs- und Energiebereich ohne Verzerrung zu ertragen.

Das Schaltungsschema des Verstärkers ist in Abbildung 11 wiedergegeben. Die einzelnen Verstärkungsstufen sind nach dem Widerstand-Kapazität-Prinzip gekoppelt. Im Nebenschluss zur Sekundärseite des Eintrittsübertragers befindet sich ein hochohmiger Widerstand, welcher die dem Transformator sonst eigene Frequenzverzerrung praktisch gänzlich beseitigt. Ein in den Gitterkreis eingefügter Umschalter gestattet, das Gitterpotential der ersten Verstärkerröhre auf zwei verschiedene Werte zu bringen und damit nach Belieben auf einen grossen und einen niederen Verstärkungsbereich einzustellen. Die Glühfäden der ersten beiden Röhren sind in Reihe geschaltet; der Heizstrom wird mit Hilfe eines gemeinsamen Widerstandes reguliert. Die dritte Verstärkungsstufe wird für sich allein reguliert; sie besteht aus einer 5 Watt-Röhre. Zur Heizung der Glühfäden dient eine 12 Volt-Batterie; das Anodenpotential wird von einer 130 Volt Akkumulatorenbatterie geliefert. Die verwendeten Verstärkerlampen sind sog. Oxydkathodenlampen, wie sie später noch zu beschreiben sind; sie haben einen ausserordentlich geringen Energieverbrauch und besitzen eine Lebensdauer von etwa 10,000 Brennstunden.

Unmittelbar über dem Verstärker sind 3 Ampèremeter angebracht, die zur Einregulierung genauer Stromverhältnisse dienen.

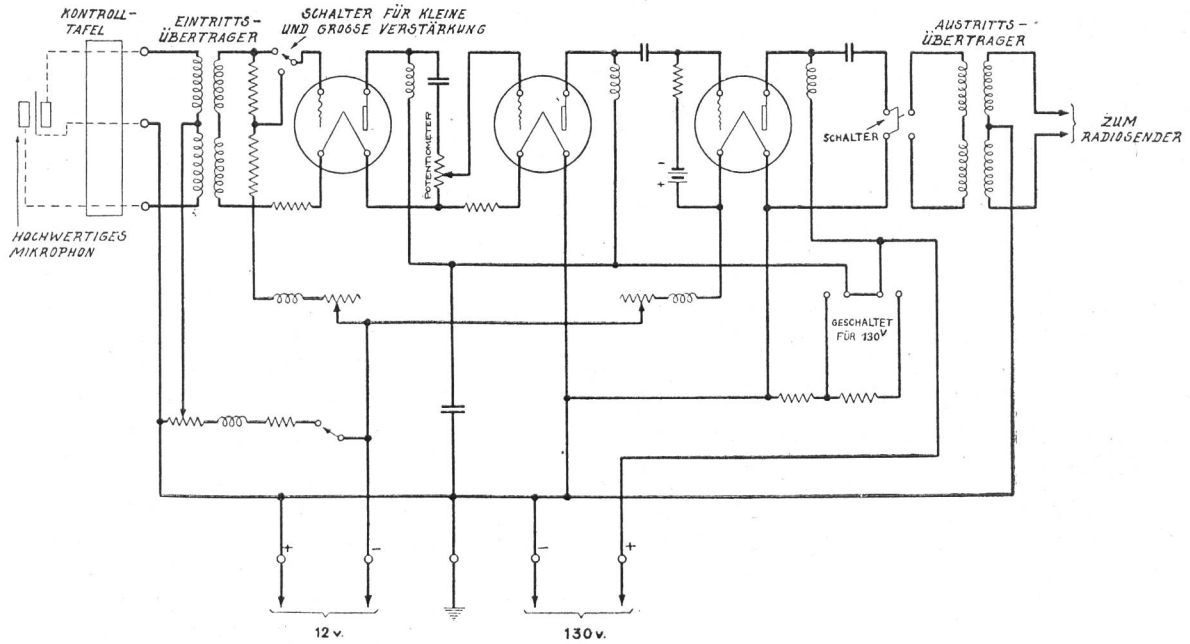

Fig. 11. Schaltungsschema des Eintrittverstärkers.

Wie bereits erwähnt, ändert im Verlaufe eines Vortrages die vom Mikrophon dem Verstärker zugeführte Energie beständig und in weiten Grenzen. Die Verstärkung muss nun derart bemessen sein, dass leise Stellen noch mit genügender Deutlichkeit gehört, laute Stellen dagegen ohne Ueberlastung des Verstärkers und auch des Senders ertragen werden. Es ist daher nötig, den Verstärker in der von ihm abgegebenen Leistung zu kontrollieren (regulieren). Zu diesem Zwecke ist im Nebenschluss zum Gitterkreis der zweiten Verstärkerröhre ein Potentiometer angebracht, dessen Gesamtwiderstand 500,000 Ohm beträgt und das 12 Widerstandsstufen besitzt, mit denen die Verstärkung in Schritten von je 3 Meilen-Standardkabel (βl = 0,327) geändert werden kann.

Um eine richtige Regulierung vornehmen zu können, ist im Nebenschluss zur Ausgangsseite des Verstärkers ein Lautsprecher eingeschaltet, der den Bedienungsbeamten über die jeweilige Verstärkung orientiert, und ausserdem ist ein ständig eingeschalteter hochwertiger Radioempfänger vorhanden, mit dem der Beamte die Güte der von der Antenne ausgestrahlten Radiowellen überwacht.

Zur Unterstützung dieser Kontrollen, die ausschliesslich auf dem Hören beruhen, ist vorgesehen, noch einen Lautstärkemesser einzubauen, der die an die Uebertragungsleitung abgegebene Energie sichtbar anzeigt. Mit Hilfe dieser Einrichtungen kann der Bedienungsbeamte die vom Verstärker abgegebene Energie in den vorgeschriebenen Grenzen halten, die genügend weit auseinander liegen, um der Sprache und der Musik den natürlichen Ausdruck zu verleihen.

Der Verstärkerraum kann als zentrale Kontrollstelle betrachtet werden. Dort werden alle Umschaltungen auf die von auswärts kommenden Leitungen vorgenommen und die Kommandos nach der Sendestation und den verschiedenen auswärts liegenden Aufnahmestellen gegeben. Da, wie aus den vorangehenden Betrachtungen hervorgeht, die Bedienung des Verstärkers Hand in Hand mit den Vorgängen im Aufnahmeraum zu erfolgen hat, ist es geboten, dem Bedienungsbeamten auch vollen Ueberblick über den Aufnahmeraum zu verschaffen. Der Verstärkerraum grenzt daher direkt an den Aufnahmeraum an und ist mit diesem durch ein kleines schalldichtes Fenster verbunden.

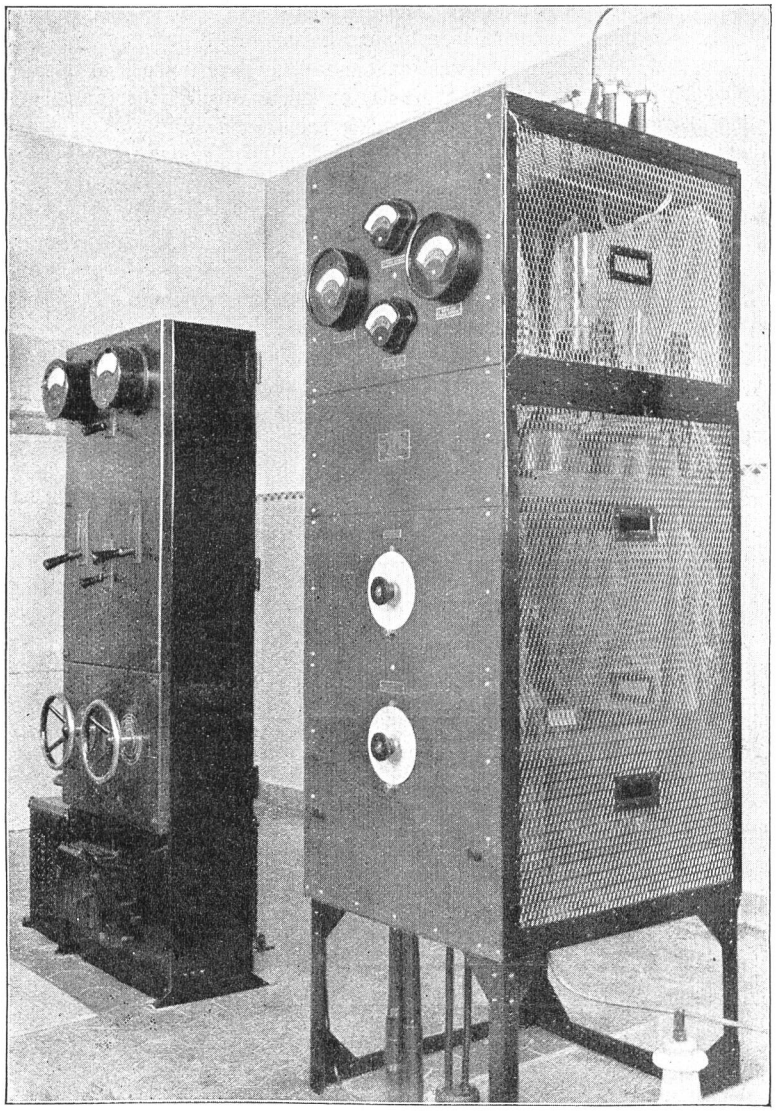

Fig. 12.
Senderraum mit Schalttafel und Sender.

Die Sendestation. An den Ausgangstransformator des beschriebenen Eintrittsverstärkers ist direkt die nach der Sendestation in Höngg führende Uebertragungsleitung angeschlossen. Die letzten 700 m dieser Leitung vor dem Eintritt in das Sendegebäude bestehen aus Freileitung, die a priori in nächster Nähe der Sendestation einer kräftigen Induktion seitens der Antenne ausgesetzt ist. Die Möglichkeit würde also bestehen, dass induzierte Hochfrequenzströme auf den Sender geleitet und dort eventuell unerwünschte Singwirkungen auslösen würden. Das Leitungsende wurde daher 10 Meter vor dem Gebäude in ein Bleikabel verlegt, das auf die Hochfrequenzen eine kräftige Dämpfung ausübt, und zudem wurde unmittelbar hinter die vorschriftsmässig am Leitungsende anzubringenden Blitzschutzsicherungen ein aus passend bemessenen Induktivitäten, Kapazitäten und Widerständen gebildeter Filterkreis eingeschaltet, der die noch verbleibenden Induktionsströme restlos aussiebt. Im Gebäude selbst verlaufen alle Leitungen — die Besprechungsleitungen sowohl wie die Stromzuführungen zu den Maschinen und Apparaten — in Stahlpanzerrohren, die in durch Eisendeckel verschlossene und in den Betonboden eingelassene Kabelrinnen gelegt sind. Diese Anordnung gewährt nicht bloss Schutz gegen induktive Beeinflussung der Leitungen, sondern schliesst auch jegliche Feuersgefahr aus.

Das Sendehäuschen ist in zwei Räume unterteilt: den eigentlichen Senderraum und den durch eine möglichst schalldichte

Wand von diesem getrennten Maschinenraum. In ersterem befindet sich das Senderaggregat mit den Antennenzuleitungen und eine Schalttafel mit den nötigen Messinstrumenten, Schaltern und Widerständen zur Steuerung der im Nebenraume befindlichen Umformergruppe.

Die Umformergruppe liefert die Kraft für den Radiosender. Das Aggregat besteht aus einem achtpferdigen Asynchronmotor (Tourenzahl 860 pro Minute $\pm$ 2 %), der an das 220 Volt 45 P/sec. Drehstromnetz angeschlossen ist, einem Gleichstromgenerator für hohe Spannung und einem solchen für niedere Spannung. Der Hochspannungsgenerator dient zur Erzeugung der Anodenspannung von 1600 Volt bei einem Strome von annähernd 1 Ampère. Er ist vierpolig gebaut und zur Erzielung einer möglichst von Schwingungen freien Gleichspannung mit Wendepolen und zwei Kollektoren ausgerüstet. Der Generator für niedere Spannung liefert bei 14,3 Volt den Heizstrom von 28 Ampères für die Senderröhren und zugleich den Erregerstrom für die Feldwicklung des Hochspannungsgenerators. Er ist mit Kompoundwicklung für Flachkompoundierung gebaut. Die drei Maschinen sind halbelastisch direkt miteinander gekuppelt.

Wie erwähnt, werden die Maschinen von der im Senderraum aufgestellten Schalttafel aus ferngesteuert. Alle Spannung führenden Teile der Schalttafel sind durch eine mit automatischer Verriegelung versehene Türe abgeschlossen. Nebst den Messinstrumenten und Schaltern für den Umformer befindet sich an der Schalttafel in der zum Sender führenden Hochspannungsleitung ein Maximalschalter, der bei einer Ueberlastung von 25 % in Tätigkeit tritt und die Anodenspannung abschaltet, wodurch im Störungsfalle die Senderröhren vor Ueberlastung geschützt werden.

Der Sender. Der Sender bildet eine komplette, in sich abgeschlossene Einheit. Alle dazu gehörenden Teile sind in einem Winkeleisengestell übersichtlich und leicht zugänglich untergebracht. Drei Seiten des Gestells sind mit Schiebgittern verschlossen, während die vierte, die Frontseite, auf einer polierten Schiefertafel die Messinstrumente und die Reguliergriffe zur Einstellung der erforderlichen Stromverhältnisse und der gewünschten Wellenlänge trägt.

Bevor gründlicher auf die Wirkungsweise des Senders eingegangen wird, sei anhand des Stromkreisdiagrammes des Senders auf die hauptsächlichsten Bestandteile desselben hingewiesen. Als Schwingungserzeuger oder „Oszillator", sowie auch als Modulator werden je zwei parallel geschaltete 250 Watt-Röhren benützt (Leistung im Plattenkreis des Oszillators 500 Watt). Zur weitern Verstärkung der vom Studio nach der Sendestation übertragenen Sprechströme werden dieselben, bevor sie dem Gitterkreis des Modulators zugeführt werden, noch über eine 50 Watt-Verstärkerröhre geleitet.

Eine nicht zu übersehende, bereits bei der Besprechung des Eintrittsverstärkers angedeutete Eigenart des Western Electric-Systems besteht darin, dass sämtliche vorkommenden Elektronenröhren sog. Oxydkathodenröhren sind, deren aus einer Platinlegierung bestehende Glühfäden mit Oxyden aus Erdalkalimetallen überzogen sind. Dieser Ueberzug begünstigt die Elektronenemission und bewirkt somit, dass schon bei sehr geringer Temperatur des Heizfadens die maximale Elektronenemission erreicht wird. Die Verstärker, wie auch die Senderöhren brennen daher auch bei vollem Betrieb nur mit schwacher, kaum sichtbarer Rotglut. Dadurch wird die Lebensdauer der Röhren ganz beträchtlich erhöht und der Energieverlust durch Wärmeentwicklung verringert.

Im Zusammenhang mit der Besprechung der Elektronenröhren sei noch erwähnt, dass ein besonderes Relais in den Sender eingebaut ist, das vom Heizstrom betätigt wird und so eingestellt ist, dass erst 20 Sekunden nach dem Einschalten des Heizstromes die Anodenspannung an die Röhren ange-

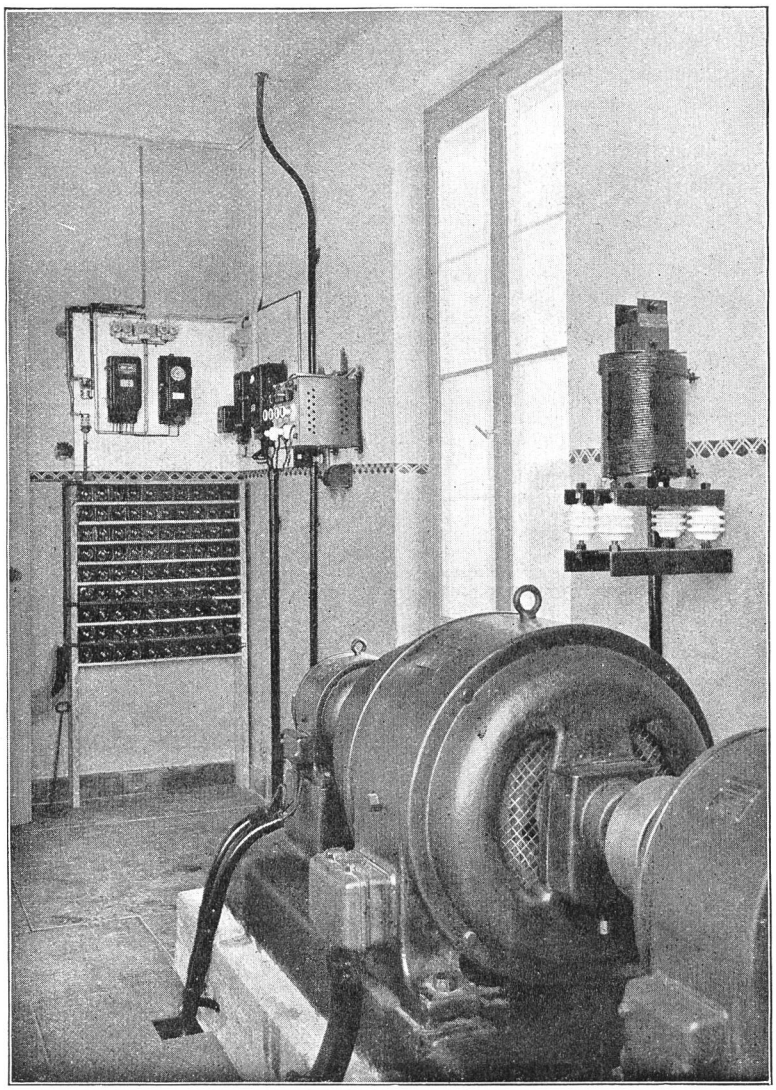

Fig. 13.
Maschinenraum.

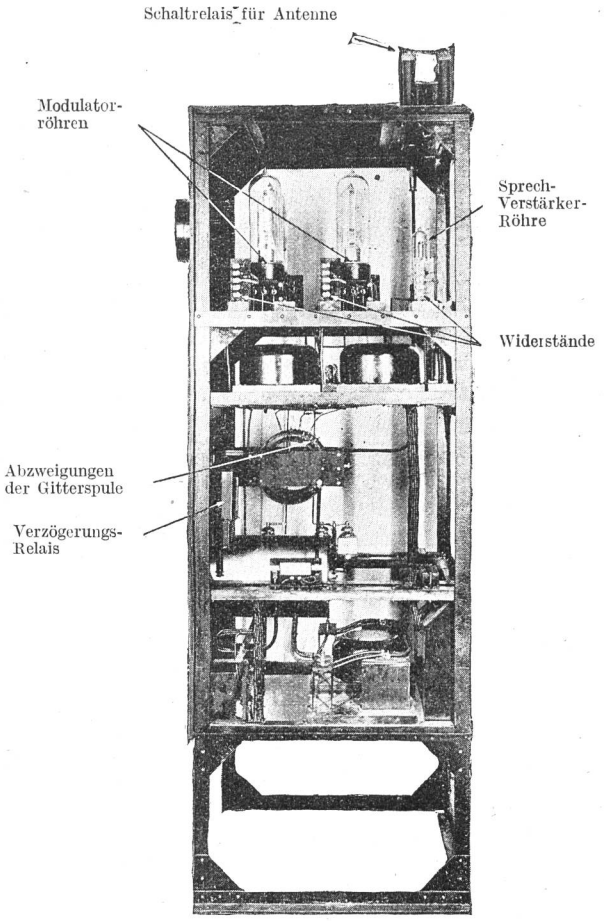

Fig. 14. Radiosender.

legt wird. Damit wird verhindert, dass in Fällen, wo der Anodenstrom fast gleichzeitig mit dem Heizstrom geschlossen wird, die Röhren durch Zerstäubung der Kathode Schaden nehmen.

Der Anodenstrom wird, bevor er zu den Röhren gelangt, über eine passend bemessene Siebkette geleitet, die jegliche Stromschwingungen, also auch eventuelle Kommutator-Geräusche fernhält. Der Antennenkreis ist elektromagnetisch mit dem Anoden- und Gitterkreis des Oszillators gekoppelt. Die Sendeenergie wird vom abgestimmten Anodenkreis auf die Antenne übertragen, wodurch der Gitterkreis in der Weise beeinflusst wird, dass kontinuierliche Schwingungen erzeugt werden. Der Anoden- oder Plattenkreis des Oszillators wird mit einem Drehkondensator und zwei nach Bedarf zu diesem parallel zu schaltenden, fixen Kondensatoren abgestimmt. Zur Einregulierung des gewünschten Verhältnisses zwischen Anoden- und Gitterstrom sind ausserdem die Spulen im Platten- und Gitterkreis mit verschiedenen Anzapfungen versehen. Das Abstimmen der Antenne, d. h. das Einstellen einer gewünschten Wellenlänge, erfolgt mit Hilfe eines Variometers, dessen bewegliche Spulen gleichzeitig die Kopplung zwischen der Antenne und dem Anoden- und Gitterkreis des Oszillators derart ändern, dass für den ganzen Wellenlängenbereich die beste Uebertragungswirkung erhalten wird.

Wie erwähnt, erzeugt der Oszillator in bekannter Weise kontinuierliche Hochfrequenzschwingungen, die als Radiowellen von der Antenne ausgestrahlt werden. Es handelt sich nun darum, diesen Hoch-

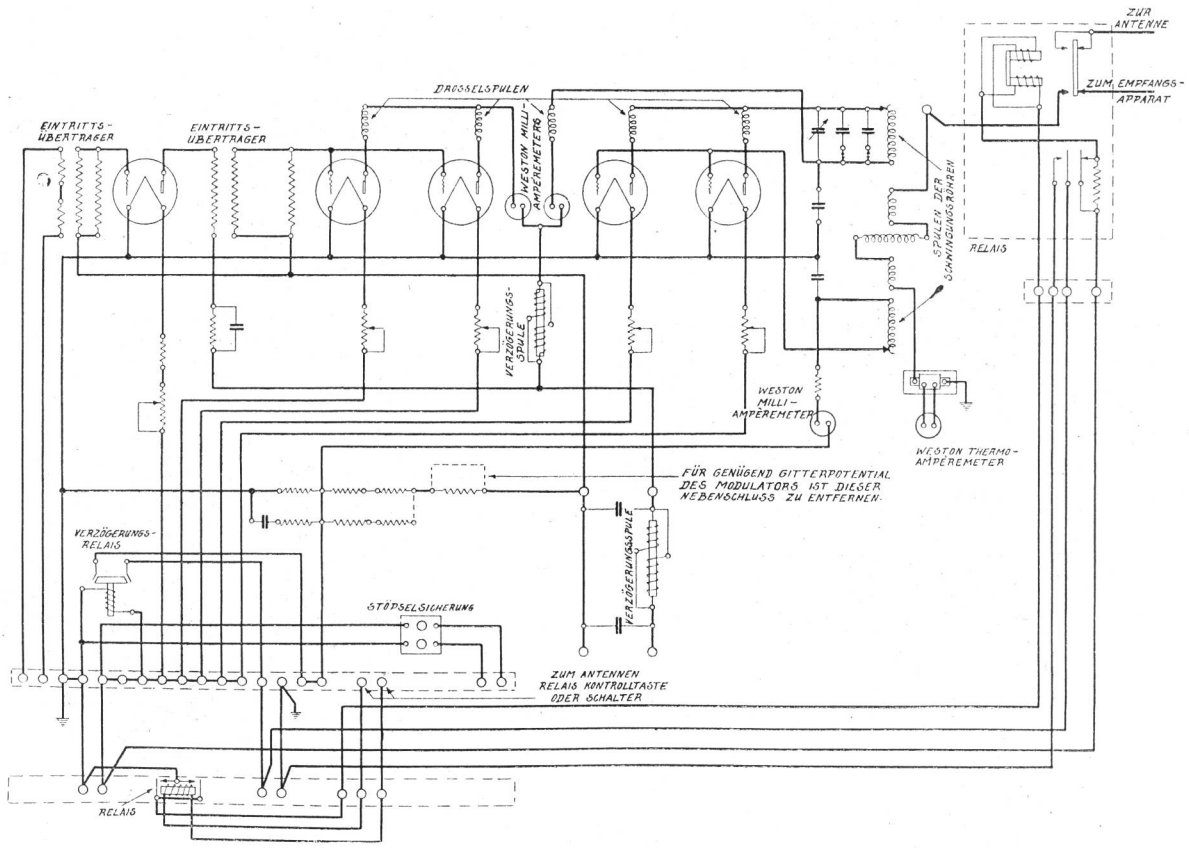

Fig. 15. Stromkreis-Diagramm des Radiosenders.

frequenzschwingungen die Niederfrequenzschwingungen des Sprechstromes zu überlagern, oder wie man zu sagen pflegt, die an sich gleichmässigen Oszillatorschwingungen zu „modulieren". Im Bilde dargestellt handelt es sich um die in Abbildung 18 wiedergegebene Kurvenüberlagerung. Die Kurve A soll die Sprechstromschwingungen grob schematisch zum Ausdruck bringen. In Wirklichkeit wird diese Kurve selbstredend eine grössere Vielgestaltigkeit aufweisen. Die Kurve B veranschaulicht die vom Oszillator erzeugte kontinuierliche, ungedämpfte Hochfrequenzschwingung, oder wie man zu sagen pflegt, die „Trägerwelle". In C ist die in ihrer Amplitude durch die Sprechstromwelle A beeinflusste Hochfrequenzschwingung dargestellt, wie sie von der Antenne in den Raum ausgestrahlt wird.

Die Modulierung erfolgt nach dem sogenannten Prinzip „des konstanten Stromes", das von R. A. Heising, einem Mitarbeiter der Western Electric Co., entwickelt wurde. Der Deutlichkeit halber sei zur Erläuterung des Modulationsprinzipes nachstehende vereinfachte schematische Darstellung des Senders benützt.

Das System besteht in der Hauptsache aus zwei Gruppen von Elektronenröhren mit ungefähr gleicher Charakteristik (in der Figur ist zur Vereinfachung für jede Gruppe nur eine Elektronenröhre gezeichnet). Die eine Röhrengruppe dient als Oszillator und die andere als Modulator. Der Anodenkreis beider Gruppen wird über eine für Sprechstromfrequenzen

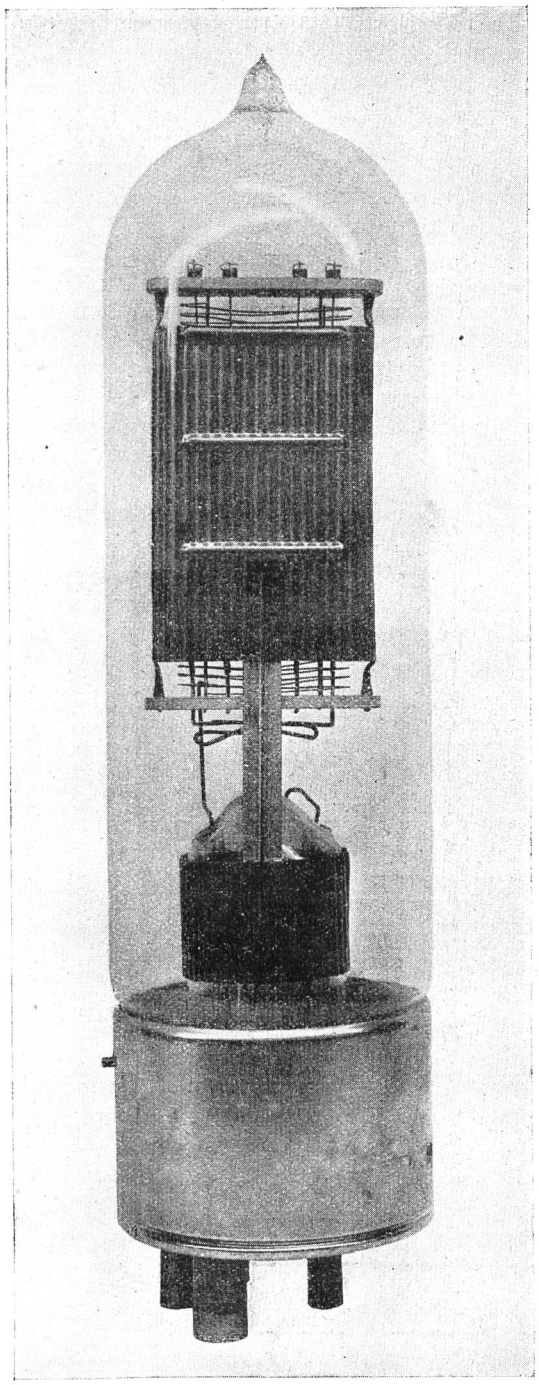

Fig. 16. Senderröhre, Modulator- und Oszillatorröhre.

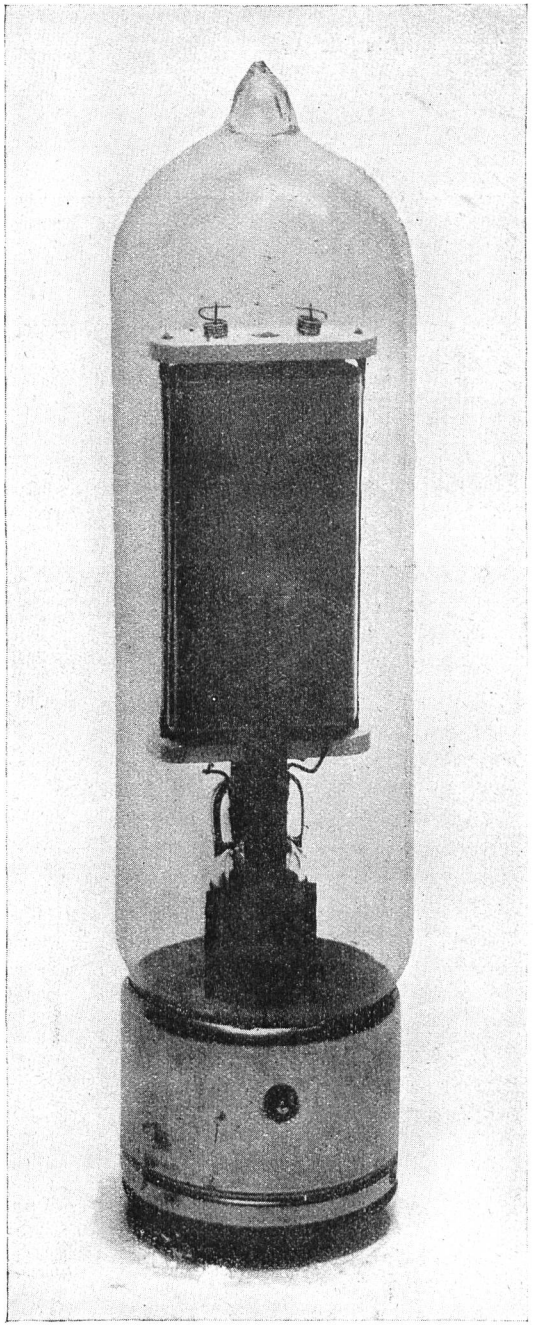

Fig. 17. Verstärkerröhre des Senders

berechnete Drosselspule von einer gemeinsamen Kraftquelle gespiesen. Letztere besteht aus dem beschriebenen Hochspannungsgenerator. Die hohe Induktanz der Drosselspule wirkt jeglicher Stromschwankung derart entgegen, dass der gemeinsame Speisestrom als annähernd konstant angesprochen werden darf. Zwischen Oszillator und Modulator ist in den Anodenkreis eine Drosselspule für hohe Frequenzen eingeschaltet, welche das Rückfliessen von Hochfrequenzströmen verhindert.

Die Sekundärseite des zweiten Eintrittsübertragers ist nach üblicher Verstärkerschaltung direkt mit dem Gitter des Modulators verbunden; wenn daher das Gitterpotential im Rhythmus der Sprache beeinflusst wird, werden auch im Plattenstrom entsprechende Aenderungen hervorgerufen, wodurch kleine Stromschwankungen in der in die gemeinsame Speiseleitung geschalteten Drosselspule erzeugt werden. Infolge der hohen Induktanz der Spule bewirken die kleinen Stromschwankungen beträchtliche Aenderungen in der zwischen den Enden der Spule bestehenden Spannung. Beträgt zum Beispiel der Speisestrom 1 Ampère und die Induktanz der Spule 3 Henry, so bewirkt eine Stromschwankung von 4 % bei einer Frequenz von 1000 Perioden in der Sekunde eine Spannungsänderung von:

$$2\pi \times 1000 \times 3 \times 0{,}04 \times 1 = 755 \text{ Volt.}$$

Wenn die vom Hochspannungsgenerator erzeugte Plattenspannung 1600 Volt beträgt, wird das Anodenpotential des Oszillators zwischen 845 und 2355 Volt im Rhythmus der auf das Gitter des Modulators gegebenen Sprechstromwelle geändert, wodurch die Amplitude der Hochfrequenzschwingung im selben Takte verstärkt und verringert wird.

Hätte die Sprechstromwelle sinusförmigen Verlauf, so liesse sich die Plattenspannung des Oszillators folgendermassen schreiben:

$$e_o = E\,(1 + K \sin \omega t)$$

und, vorausgesetzt, dass die bewirkten Stromänderungen genau den Spannungsänderungen folgen, was im praktisch benützten Bereiche zutrifft, darf analog auch der Strom mit

$$i_o = I_o\,(1 + K \sin \omega t)$$

dargestellt werden. Darin bedeutet ω die Kreisfrequenz der Sprechstromwelle, und der Faktor K den Modulationsgrad. Wenn $K = 1$ ist, wird die Trägerwelle komplett moduliert, und wenn $K = 0$ ist, wird sie gar nicht moduliert. Die Amplitude der modulierten Welle variiert demnach zwischen dem doppelten Betrage der Trägerwellenamplitude und Null. Der Anodenstrom des Oszillators folgt nach Obigem der Gleichung

$$i_m = I_m\,(1 - K \sin \omega t)$$

Der total zugeführte Strom ist in jedem Momente die Summe aus Oszillator- und Modulatorstrom.

Bezeichnet man mit ε den Wirkungsgrad des Oszillator-Plattenkreises, so ergibt sich der Wirkungs-

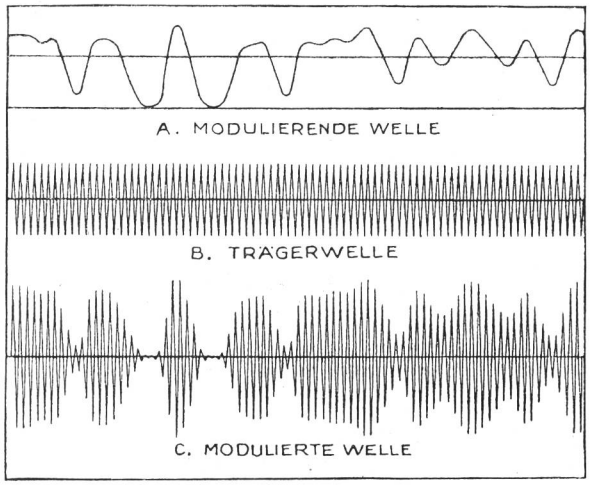

Fig. 18. Schematische Darstellung des Modulationsvorganges.

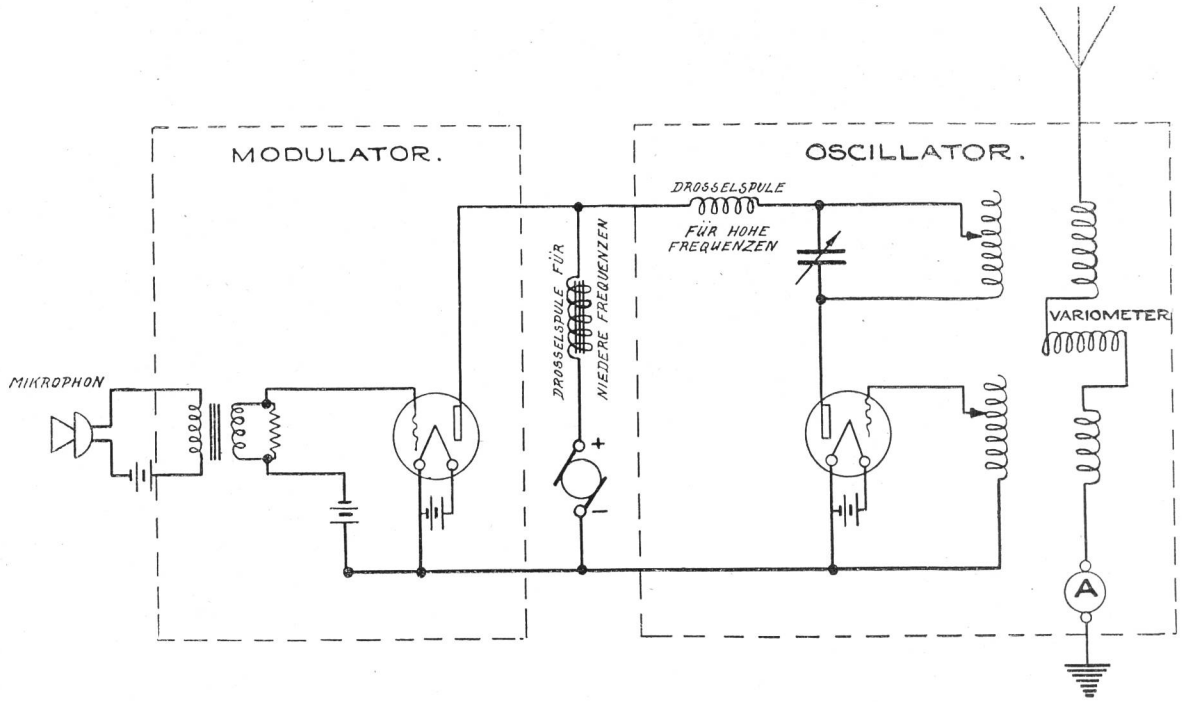

Fig. 19. Modulationsprinzip des Senders.

grad des ganzen Systemes, abgesehen von der Röhrenheizung aus dem Quotienten aus der abgegebenen Oszillator-Leistung und der total zugeführten Leistung, oder

$$w = \varepsilon \frac{\frac{1}{T}\int_0^T E\, I_o\, (1 - K \sin t)^2\, dt}{E\,(I_o - I_m)} =$$

$$= \varepsilon \frac{\frac{1}{T}\int_0^T \left[EI_o\, (1 + 2\,K \sin \omega\, t - \frac{K^2}{2} - \frac{K^2}{2} \cos \omega\, t) \right] dt}{E\,(I_o - I_m)} =$$

$$= \varepsilon \frac{EI_o \left(1 + \frac{K^2}{2}\right)}{E\,(I_o + I_m)}.$$

Der Sender ist nun so bemessen, dass ohne Modulierung der Oszillatorplattenstrom ungefähr doppelt so gross ist als der Modulatorplattenstrom. Ohne Modulierung ($K = 0$) beträgt demnach der Wirkungsgrad $\varepsilon\ 2/3$. Bei Modulierung steigt der Modulatorstrom infolge der krummlinigen Charakteristik des Modulators im Grenzfalle ($K = 1$) auf den Wert $I_m = I_o$, so dass bei kompletter Modulation der Wirkungsgrad $\varepsilon\ 3/4$ beträgt, das will heissen, dass $3/4$ der zugeführten Gleichstromleistung dem Oszillator zufliessen.

Die Steuerung der Modulation liegt, wie an früherer Stelle erwähnt, in der Hand des Kontrollbeamten im Studio. Sie hat so zu erfolgen, dass bei möglichst kräftiger Amplitudenänderung der Trägerwelle der natürliche Ausdruck der übertragenen Sprache und Musik erhalten bleibt. Wenn sich daher beim gewöhnlichen Sprechen die mittlere Lautstärke zur maximalen ungefähr wie 1 : 7 verhält, muss auch in der modulierten Welle möglichst dasselbe Amplituden-Verhältnis angestrebt werden. Es wird nun so reguliert, dass schwache Stellen noch genügend laut gehört werden, und dass bei lauten Stellen nur die äussersten Spitzen der Sprechstromwelle komplett modulieren. Bei Berücksichtigung obigen Amplitudenverhältnisses ergibt sich somit eine mittlere Modulation von ungefähr 15 %. Da nur die äussersten Spitzen der Sprechstromwelle mit gegen 100, und vereinzelt sogar mit über 100 % modulieren, erfolgen die durch zu kräftige Modulation hervorgerufenen Verzerrungen zu rasch, um vom Ohr wahrgenommen werden zu können.

Die Antenne. Die Antennenanlage wurde nach neuen, an einer in Amerika erstellten Versuchsanlage gewonnenen Erfahrungen errichtet. An zwei 65 Meter hohen und im Abstande von 120 Metern von einander entfernten Eisengittermasten ist eine sechsdrähtige Reuse von 30 Meter Länge und 1,5 Meter Durchmesser elastisch aufgehängt. Zur Vermeidung eines direkten Stromüberganges von der Reuse nach den Metallmassen der Türme ist zwischen die Reuse und die Aufhängepunkte eine ausgiebige Isolatorenkette eingeschaltet. Die Verbindung mit dem Sendegebäude bildet eine nur 10 cm im Querschnitt messende, frei herabhängende Reuse, deren 6 Drähte halbwegs bis zum Sendegebäude zu einem einzigen Kabel zusammengefasst sind. Die Vorteile, die diese Antennenkonstruktion bietet, sind offensichtlich. Durch die auf einen möglichst kleinen Raum zusammengefasste Zuführung zur horizontalen Reuse wird erreicht, dass das Kapazitätsschwergewicht fast ganz in die horizontale Reuse hineinverlegt

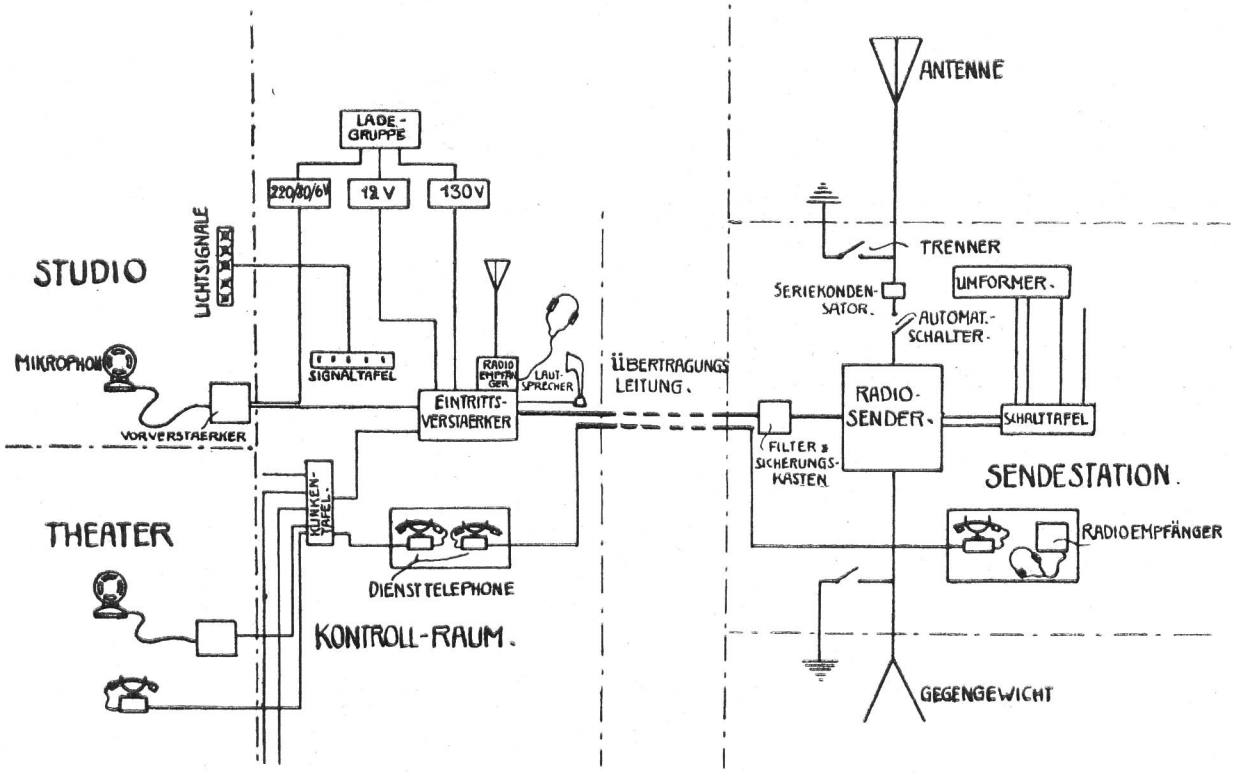

Fig. 20. Gesamtes Verbindungsschema der Radiostation Zürich.

wird.*) Durch Höherrücken des Kapazitätszentrums der Antenne wird die effektive oder wirksame Höhe der Antenne vergrössert und mithin deren Strahlung verbessert. Mit dem ausserordentlichen Abstand der Antennentürme gegenüber der eigentlichen Antennenlänge rücken die stromführenden Teile von den Metallmassen der Türme weg. Der Energieverlust durch Wirbelstrombildung und durch direkte Ableitung ist dadurch um ein Erhebliches vermindert.

Für die Güte einer Antennenanlage ist nebst den erwähnten Faktoren die Erdung massgebend. An Stelle einer direkten Erdung wurde eine Gegengewichtsanlage, d. h. ein isoliert von der Erde und parallel zu ihr ausgespanntes Drahtnetz erstellt.

Das Drahtnetz besteht aus 42 fächerartig ausgespannten, fünf Meter über dem Boden befindlichen Kupferdrähten, die gegen das Sendegebäude zusammenlaufen. Insgesamt wurden auf diese Weise mehr als 2000 Meter Draht über dem Erdboden ausgespannt, die von diesem zur möglichsten Verminderung der spezifischen Strombelastung peinlichst isoliert sind.

Es ist wesentlich, dass die von der Antenne ausgehenden Kraftlinien möglichst direkt und nur durch Luft sich nach der Erdungsanlage (Gegengewicht) hin schliessen. Je grösser daher die Gegengewichtsanlage ausgebildet ist, um so verlustfreier können sich die Kraftlinien schliessen, und um so günstiger wird die Strahlung der Antenne. Praktisch genügt es jedoch, das Gegengewicht nach beiden Seiten so breit zu machen, als die Antenne hoch ist. Da bei einer Gegengewichtsanlage weniger Stromlinien im Erdboden zur Ausbildung gelangen als bei direkter Erdung, ist zu erwarten, dass der Gesamtverlust des Antennensystems geringer ist.

Nebst den erforderlichen Erdungsschaltern, die im Senderraum in die Antennenleitungen eingefügt sind, ist auf dem Sendergestell ein automatischer Schalter angebracht, der, vom Pult des Bedienungsbeamten aus ferngesteuert, die Antenne vom Sender trennt und gleichzeitig in den Gitterkreis des Oszillators einen Widerstand einschaltet, der das Funktionieren des Oszillators unterbricht.

Der Antennenstrom beträgt unmoduliert zirka 7,3 Ampères.

Schlussbetrachtungen.

Zusammenfassend kann den vorangehenden Betrachtungen entnommen werden, dass die zahlreichen, zur Umwandlung und Uebertragung der Schallenergie dienenden Apparate so konstruiert sind, dass sie die Sprache und Musik praktisch mit der ursprünglichen Natürlichkeit wiederzugeben vermögen. In den letzten Abschnitten wurde des weitern gezeigt, dass das verwendete Sendersystem hinsichtlich der an einen Sender gestellten Anforderungen — Wirkungsgrad, Qualität der Energieumformung und niedrige Betriebsspannung — an erste Stelle gesetzt werden darf.

Was an Hand der Besprechung der einzelnen Bestandteile der Anlage über die Qualität und Leistungsfähigkeit der Sende-Station Zürich gesagt wurde, findet in den praktisch erzielten Resultaten volle Bestätigung. Aus den Hunderten von Empfangsattesten, die aus aller Herren Ländern eingegangen sind, geht hervor, dass Zürich bis heute (Monat August 1924 bis Monat März 1925) nicht etwa ausnahmsweise, sondern regelmässig in Distanzen von 1500 km gut empfangen wurde.

Aus einigen dieser Empfangsatteste ergeben sich folgende interessante Resultate:

Ort	Zusammensetzung des Empfängers
London	2 Lampen (1 H F)
Dewsbury (Yorkshire) .	2 Lampen (1 N F)
Kränum (Schweden) .	1 Lampe —
Lübeck	1 Lampe —
Königsberg	1 Lampe —
Hyering (Finnland) . .	3 Lampen —
Neumittelwald (Schles.)	1 Lampe —
Rostock	Kristall (ohne Verst.)
München	Kristall (ohne Verst.)
Küchelbad (Prag) . .	Kristall + 1 N F
Fiume (Italien) . . .	Kristall
Kairo	—
Jaen (Spanien). . . .	—
Florenz	—

Die für einen 500 Watt-Sender gewiss ausserordentliche Leistung der Zürcher Station veranlasste denn auch die Radiogenossenschaft, ihre Anlage weitgehend in den Dienst des Auslandschweizertums zu stellen.

So gut indessen eine Sendestation auch sein mag, es gehört doch zu den Eigentümlichkeiten der Radiotelephonie, dass sich von einer gewissen Distanz an sogenannte Schattenbildungen bemerkbar machen, die strichweise die Empfangsintensität bedeutend herabsetzen können. In England, wo heute der Brodcastingbetrieb am besten durchgebildet ist, hat man daher zur Erzielung mehr oder weniger gleich günstiger Empfangsbedingungen für jeden Radioteilnehmer im Lande nicht nur eine, sondern mehrere Rundspruchstationen geschaffen, die so verteilt sind, dass Ansiedlungen, die unsern Schweizer Städten entsprechen, höchstens 80 km von der nächsten Sendestation entfernt sind. Auch für die Schweiz dürfte die weitere Ausbildung des regionalen Rundspruches im Interesse der Radioteilnehmer liegen. Wie einleitend erwähnt, ist denn auch bei der Projektierung der Sendestation Zürich bereits darauf Bedacht genommen worden, mit andern schweizerischen Sendestationen, ähnlich wie es in England gemacht wird, im Simultanbetrieb zusammen zu arbeiten.

Ueber die Zukunft des schweizerischen Rundspruchbetriebes wird jedoch in erster Linie die Rentabilität der bestehenden Station entscheiden, für die als einzige Einnahmequelle die aus den Radio-Konzessionen zufliessenden Mittel massgebend sind.

Bis heute zeigen die Zahlen der erteilten Radio-Konzessionen einen durchaus erfreulichen Verlauf der Entwicklung, wie aus folgenden Angaben zu ersehen ist.

*) Die grosse Höhe der horizontalen Reuse über dem Gegengewicht reduziert allerdings die Kapazität dieser Reuse mit 1,5 m Durchmesser beträchtlich. Red.

Zahl der Radio-Konzessionen auf Ende:

1911		3
1912		20
1913		88
1914		128
1919		131
1920		155
1921		207
1922		308
1923		980
1924	Januar	1194
	Februar	1226
	März	1676
	April	1865
	Mai	1981
	Juni	2100
	Juli	2492
	August	2881

Eröffnung der Sendestation Zürich:

1924	September	4734
	Oktober	8704
	November	13985
	Dezember	16964
1925	Januar	21939
	Februar	25178
	März	26815
	April	28277
	Mai	29101
	Juni	29459

(Gesamtzahl der Haushaltungen in der Schweiz zirka 850,000)

Von diesen Teilnehmern entfallen 78 % in den Wirkungskreis von 50 km um die Sendestation, und hiervon wiederum zirka 50 % auf die Stadt Zürich selbst.

Könnten auch die heute leider noch zahlreichen Schwarzhörer erfasst werden, so dürfte sich eine recht ansehnliche Teilnehmerzahl ergeben, die die beste Zukunft für das schweizerische Radiowesen voraussehen liesse.

Contribution à l'étude du service des dérangements.

Par A. Pillonel.

I.

Le service des dérangements est déficitaire, c'est-à-dire qu'il émarge au chapitre des dépenses du budget sans avoir sa contre-partie dans le poste des recettes. Or, l'organisation d'un tel service doit remplir deux conditions essentielles que j'étudierai plus loin, à savoir:

1° Etre strictement économique, c'est-à-dire coûter le moins cher possible;

2° mais atteindre complètement le but assigné.

Ces deux exigences paraissent en quelque sorte contradictoires, mais il n'en est rien, tout au moins dans la majorité des cas.

Avant d'aborder l'étude détaillée de ces conditions primordiales, j'estime nécessaire de dire quelques mots du besoin qu'on éprouve de créer un service des dérangements.

Il va de soi que l'idéal serait de n'avoir pas du tout besoin d'organiser et de faire fonctionner un tel rouage. Si les lignes, les installations, les appareils n'étaient exposés ni aux effets du temps, ni aux influences physiques ou chimiques, ni à l'usure, ni aux actes de malveillance, ni aux dégâts involontaires causés par l'imprudence ou la négligence, ni aux accidents, l'exploitation ne subirait aucune entrave. Mais il n'en est regrettablement pas ainsi. Tout ce qui est matière est périssable et quel que soit le mode de construction des conduites aériennes ou souterraines, quelles que soient la perfection et la durabilité des appareils employés, il faudra toujours compter avec un minimum de dérangements. La nécessité d'organiser un service ayant pour objectif l'élimination des causes des défauts, lorsqu'elles peuvent être combattues, la recherche et la levée rapide des dérangements signalés, l'étude des moyens préventifs s'ils sont indiqués, ne fait donc aucun doute.

Il est cependant des mesures générales qu'on prend pour diminuer le nombre, voire même pour abolir certaines causes de défauts, mesures qui ne ressortissent pas nécessairement au service des dérangements quand bien même elles tendent à une exploitation plus sûre. Ainsi, lorsqu'on met sous câble nos grandes conduites aériennes, on évite l'influence des tempêtes atmosphériques, les chutes de neige, les effets du verglas, du givre, les chutes d'arbres ou de branches, etc., etc.: on contribue ainsi puissamment, comme on pourra le voir plus loin, à diminuer le nombre des dérangements et, par conséquent, à maintenir une bonne exploitation. L'établissement du système téléphonique à batterie centrale, en supprimant les „voix faibles" et l'entretien des piles chez les abonnés apporte également une amélioration considérable dans l'exploitation téléphonique.

Ces mesures très importantes et — il faut le dire — très coûteuses ne rentrent pas, à proprement parler, dans la sphère d'activité bien délimitée du service spécial des dérangements. Elles poursuivent un but plus vaste et plus général: donner au pays, à ses relations commerciales et sociales un moyen de communication sûr et rapide.

Il ne faudrait cependant pas croire que le service des dérangements n'ait qu'une importance économique limitée. Tant s'en faut. Tout défaut entraîne deux sortes de pertes:

1° Le blocage de la communication dérangée, soit un manque à gagner;

2° le paiement des frais de réparations, en main-d'œuvre et en matériel.

S'il s'agit d'une communication d'abonné, le manque à gagner est de