

**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

**Herausgeber:** Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

**Band:** 5 (1927)

**Heft:** 1

**Artikel:** Ueberwachung von Telephonanlagen zur Instandhaltung der Uebertragungsgüte [Schluss]

**Autor:** Erikson, P. E. / Mack, R. A.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-873813>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 05.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Ueberwachung von Telephonanlagen zur Instandhaltung der Uebertragungsgüte.\*

Von P. E. Erikson und R. A. Mack, 1924.

(Schluss der Abhandlungen über Telephonverstärker. Uebersetzung A. S.)

### (E) Frequenzempfindlichkeitscharakteristik.

Es erübrigt sich noch, über den letzten der fünf den Wirkungsgrad der Uebertragung bestimmenden Faktor zu sprechen.

Dieser, an früherer Stelle genannte Faktor ist die Frequenzempfindlichkeit der Telephonanlage und bewertet den Uebertragungswirkungsgrad (Uebertragungsgüte) in bezug auf die Lautstärke, und zwar für alle Frequenzen der Laute, deren Uebertragung wünschbar ist.

Die Frequenzempfindlichkeitscharakteristik einer Telephonanlage wird gewöhnlich durch eine Kurve dargestellt, deren Abszissen den Frequenz- und deren Ordinaten den Gesamtdämpfungswerten entsprechen.

Es geht aus der Aufstellung in Fig. 5 hervor, dass der Beeinflussung des Uebertragungswirkungsgrades durch die Frequenzempfindlichkeit zwei Ursachen zu Grunde liegen, nämlich die Frequenzverzerrung und der Lautstärkewirkungsgrad.

fällt dabei nach Massgabe seiner Bedeutung ins Gewicht.

Der Frequenzverzerrungsfaktor der Anlage hängt ab von der Frequenzverzerrung in der Endapparatur, die die Teilnehmerapparate und die Zentralenausrüstung umfasst, von der Frequenzverzerrung in den Leitungen selbst wie auch in den Verstärkerstellen. Die zulässige Frequenzverzerrung in der Endapparatur und in den Leitungen wird zur Zeit der Projektierung und Ausführung der Anlagen bestimmt.

Im Falle von Zweidrahtverstärkern kann die Frequenzverzerrung zeitweiligen Änderungen unterworfen sein, je nach dem vorhandenen Spielraum zwischen dem Verstärkungsgrad, bei dem der Verstärker arbeitet, und dem Pfeipunkt, der sich aus den Unabgeglichenheiten der Leitungen und ihren Nachbildungen, zwischen denen der Verstärker liegt, ergibt. In der Regel sind die Verstärker dieser Gattung so gebaut und eingestellt, dass die Verstärkungsziffern den Anforderungen bei einzelnen Frequenzen entsprechen unter der Voraussetzung, dass die Impedanzen der daran angeschlossenen Leitungen und Nachbildungen innerhalb genau festgelegter Grenzen abgeglichen sind. Kommt es dann vor, dass infolge Leitungsstörungen der Impedanzgleichgewichtszustand gestört und der Verstärkungsgrad nicht gleichzeitig in entsprechendem Masse verringert wird, so werden die Verstärkungsziffern der Verstärkereinheit bei verschiedenen Frequenzen von den normalen Werten abzuweichen beginnen.

In Fig. 11 ist graphisch dargestellt, wie dieser Vorgang sich auswirkt. Die zwei Kurven entsprechen

folgenden Zuständen der Frequenzübertragung: 1. der Verstärkungsgrad, bei dem die Verstärkereinheit arbeitet, bringt das Schaltgebilde sehr nahe an die Pfeipunktsgrenze; 2. die Verstärkungsziffer ist von ihrem erstmaligen Werte um 4 Standardkabelmeilen herabgesetzt worden.

Es erhellt daraus, dass den veränderlichen Wirkungen der Frequenzverzerrung in Verstärkereinheiten des Zweidrahttypes dadurch entgegengearbeitet werden muss, dass die Gleichförmigkeit der Leitungsimpedanz innerhalb gewisser normaler Grenzen erhalten wird und dass auch die Verstärkungsziffern auf vorherbestimmte Werte eingestellt bleiben.

Aus den Betrachtungen über den Lautstärkewirkungsgrad einer Schaltung gehen dieselben Forderun-

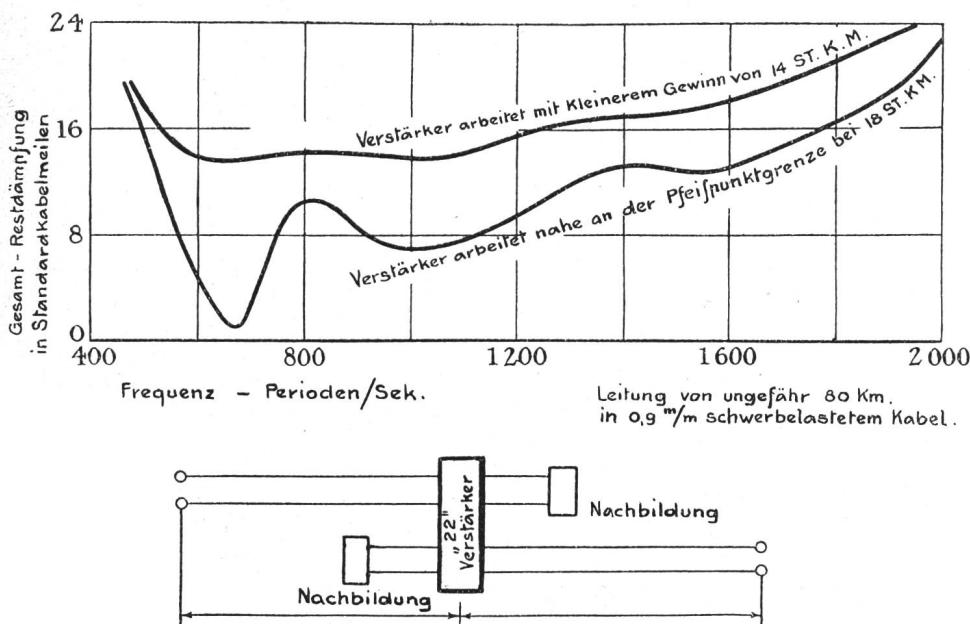


Fig. 11. Typ „22“ Verstärker.

Einfluss des Pfeipunktabstandes auf die Dämpfungscharakteristik des Stromkreises.

(1) Unter *Frequenzverzerrung* ist bekanntlich das Zerrbild im Fernsprechfrequenzband, das durch die unterschiedliche Dämpfung der einzelnen Frequenzen entsteht, verstanden. Der hier verwendete Ausdruck „Lautstärkewirkungsgrad“ ist nicht als solcher bei einer einzelnen Frequenz, sondern als der wirksame Lautstärkewirkungsgrad bei allen durch die Lautübertragung ausgelösten Frequenzen aufzufassen; der Lautstärkewirkungsgrad für jede Einzelfrequenz

\*) **Anmerkung:** Es war dem Uebersetzer daran gelegen, die Verständlichkeit der Abhandlung womöglich durch Herbeiziehung neuerer Quellen auszubauen. Deshalb ist mit Erlaubnis des Verfassers der Artikel: Instandhaltung der Uebertragungsgüte in Fernsprechanlagen von Wm. H. Capen, siehe „Electrical Communication“, April 1925, Nr. 4, Vol. 3, zu Rate gezogen worden.

gen hervor, und es sind deshalb die Mittel, die zur Erhaltung dieser Zustände nötig sind, unter dem Abschnitt „Lautstärkewirkungsgrad“ angedeutet.

An dieser Stelle muss hervorgehoben werden, dass für Vierdrahtverstärkerinheiten die obigen Ueberlegungen nicht zutreffend sind, weil der Verstärkungsgrad, den solche Einheiten hervorzubringen pflegen, nicht allzusehr vom Impedanzgleichgewicht der angeschlossenen Leitungen abhängt.

## (2) Lautstärkewirkungsgrad.

Wenden wir uns jetzt dem 2ten Faktor zu, welcher die Frequenzempfindlichkeitscharakteristik eines Telephonsystems mitbestimmt, nämlich dem Lautstärkewirkungsgrad. Vom Standpunkt der Instandhaltung der Uebertragungsgüte aus betrachtet, ist es der wichtigste Faktor, der in die Wagschale fällt. In früheren Zeiten der Telephonübertragungstechnik war es der einzige Faktor, welchem ernstliche Aufmerksamkeit zugewendet wurde. Noch heute ist der einfachste Weg, die Uebertragungsgüte einer Telephonanlage zu bestimmen, der, dass man über das zu messende System spricht und im Empfangsende die Lautstärke der wiedergegebenen Sprache mit derjenigen einer Normalleitung vergleicht. Sollen nur Teile einer Anlage untersucht werden, so kann man in ähnlicher Weise den einen Teil mit einem Normalteil vergleichen, oder aber die Aenderung der Lautstärke bestimmen, die das Ein- und Ausschalten des in Frage stehenden Teiles verursacht. Diese Messmethode ist den Telephontechnikern bekannt und wird hier nicht näher besprochen. Solche Versuche geben ein unmittelbares Mass der Lautstärkeleistung des Stromkreises bei Sprechströmen. Um auch die Verständlichkeit der übertragenen Sprache zu bestimmen, ist es erforderlich, dass wir sowohl die im Stromkreis auftretende Verzerrung, als auch die Lautstärke der Wiedergabe und die Grösse der Störgeräusche kennen lernen. Die Verständlichkeit kann auch unmittelbar gemessen werden, indem man feststellt, welcher Prozentsatz der gesamten Uebertragung verständlich übertragen wurde. Diese Versuche sind sehr zeitraubend und daher für Instandhaltungsarbeiten nicht besonders geeignet. Es muss eine grosse Anzahl von Beobachtungen angestellt werden, wenn durch Sprechversuche ein halbwegs genaues Resultat erreicht werden soll. Die Schwierigkeit liegt im verschiedenen Charakter der menschlichen Stimme, in den Aenderungen der Leistung des Mikrophons und den Eigentümlichkeiten des menschlichen Ohres. Hörversuche mit einer einzelnen Frequenz oder einem beständigen komplexen Klang können viel leichter ausgeführt werden. Die Messungen können noch weiter erleichtert werden, indem man in bestimmten Fällen Messapparate benutzt, an denen die gemessenen Werte unmittelbar aus den Zeigerstellungen ersehen werden können.

Bei den Instandhaltungsarbeiten werden die Dämpfungsmessungen mit einzelnen Frequenzen oder einem normalisierten, komplexen Klang ausgeführt. Es waren ausführliche Untersuchungen notwendig, um diese Versuche zu den unmittelbaren Sprechversuchen in Beziehung zu bringen, aber die dabei gewonnenen Vorteile rechtfertigten die Untersuchungsarbeiten.

Der Lautstärkewirkungsgrad einer Anlage hängt bei allen Frequenzen von der Lautstärkeleistung der Teilausrüstungen ab (Endapparatur, Leitungen, Verstärker etc.). Er ist auch von den Uebergangsverlusten, die an den Verbindungsstellen der Teilausrüstungen auftreten können, abhängig.

Von diesen verschiedenen Faktoren sind, mit Ausnahme der Uebergangsverluste, sämtliche durch die laufenden Instandhaltungsarbeiten einer Ueberwachung unterworfen. In der Regel dürfte beim Entwerfen der Telephonanlage Sorge dafür getragen werden, dass die Impedanzen der verschiedenen Stromkreisteile, welche miteinander verbunden werden, oder verbunden werden könnten, annähernd dieselben Eigenschaften aufweisen, so dass nur unmerkliche Verluste entstehen. Bei den Bestrebungen, die Impedanzen der verschiedenen Anlageteile einander anzupassen, spielen die Uebertragerspulen und Transformatoren mit „Ungleichheitsverhältnis“ eine wichtige Rolle. Es ist selbstverständlich, dass nicht gezögert werden sollte, auch in bestehenden Anlagen, die nach den neuen Gesichtspunkten weiterverwendet werden sollen, Uebertragerspulen mit richtigem Impedanzverhältnis einzubauen.

Nach Fig. 5, Aufstellung der den Uebertragungswirkungsgrad beeinflussenden Faktoren, ist der Lautstärkewirkungsgrad unmittelbar abhängig von folgenden Faktoren:

- (a) Endapparatur-Lautstärkewirkungsgrad.
- (b) Zentralenverluste.
- (c) Leitungsdämpfung.
- (d) Verstärkungsgrad (Verstärkergewinn).
- (e) Regelmässigkeit der Leitungsimpedanz.

Es sollen nun die Methoden und Mittel zur Messung der Werte obiger Faktoren beschrieben werden.

### a) Endapparatur-Lautstärkewirkungsgrad.

Bis in die jüngste Zeit hinein ist es fast allgemein üblich gewesen, vorauszusetzen, dass Teilnehmerstationen, einmal in Betrieb gesetzt, ihren ursprünglichen Wirkungsgrad beibehalten würden. In Fällen, wo offensichtliche Mängel an den Stationen auftraten, ist es dem ordentlichen Unterhaltspersonal überlassen geblieben, unzweifelhaft notwendige Instandstellungsarbeiten vorzunehmen, ohne dass genaue Nachprüfungen des Wirkungsgrades der Sprech- und Horchapparatur gemacht worden wären. Die Erklärung dieser Tatsache liegt zweifellos darin, dass es schwierig und kostspielig ist, eigentliche Sprechversuche an Ort und Stelle vorzunehmen, um den Wirkungsgrad festzustellen, weil dazu in einem gewissen Masse Bedingungen, wie sie im Laboratorium gelten, vorausgesetzt werden müssten, wo der Lautstärkewirkungsgrad einer zu prüfenden Station mit Normalstationen von bekanntem Wirkungsgrad sorgfältig verglichen wird.

Die Errichtung von Reparaturwerkstätten, wo fehlerhafte Instrumente, wie Mikrophone, Hörer usw., durch kundiges Personal instand gestellt werden, und die Entwicklung von schnellen, leichtfasslichen Methoden zur Vornahme von Messungen des Lautstärkewirkungsgrades haben diese Schwierigkeit zum Verschwinden gebracht.

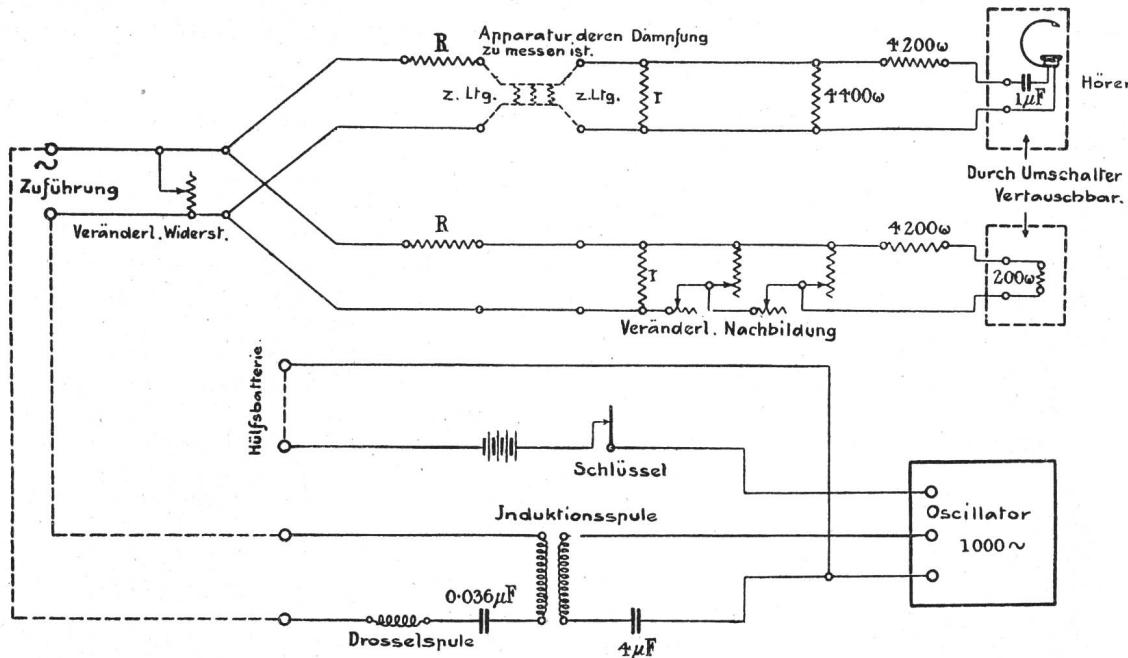


Fig. 12. „1-B“-Dämpfungsmesser und „2-B“-Oszillator: Stromlauf.

## b) Zentralenverluste.

Auf Seite 139 der „Technischen Mitteilungen“ Nr. 4, 1. VIII. 1926, ist von der Verwendung eines Messgerätes die Rede, das gestattet, rasch und sicher Teilausrüstungen der Zentrale zu messen, die wie die Erfahrung lehrt, Mängeln unterworfen sein können. Der *1-B-Dämpfungsmesser*, dessen Schaltanordnung aus Fig. 12 ersichtlich ist, stellt ein solches Gerät dar. Er wurde ursprünglich dazu gebaut, Uebertragungsverluste bei 1000periodigem Wechselstrom in Telephonapparatur und Zentralenausrüstungen während des Betriebes zu messen. Er kann auch dazu dienen, die Uebertragungsverluste in Vermittler- und Verbindungsleitungen usw. zu messen, vorausgesetzt, dass die beiden Enden der Sprechschaltung am Ort der Messung zugänglich sind. Die Anordnung des Messgerätes ist so getroffen, dass damit Dämpfungswerte von 0—46 Standardkabelmeilen in Stufen von einer halben Meile gemessen werden können. Das Gerät ist zum Tragen eingerichtet und wiegt ungefähr 6 kg.

Obschon eine beliebige Einzelfrequenzstromquelle von passender Wellenform und richtiger Frequenz benutzt werden könnte, hat man doch eine besondere Einzelfrequenzstromquelle für 1000 Perioden/Sek. zur Verwendung mit dem obigen Messgerät ausgebaut. Dieser Oszillator besteht in der Hauptsache aus einem Erzeugerelement und einem Filterstromkreis. Das Erzeugerelement seinerseits wird von einem Kohlenkörper und zwei eigens gewickelten Hörer-Spulen gebildet; beide Teile sind durch eine abgestimmte schwingende Metallzunge verkoppelt. Das Element wird mit 3 Trockenelementen betätigt; letztere sind zusammen mit dem Erzeugerelement in einer tragbaren Kassette untergebracht.

Der Stromkreis des Messgerätes weist 2 abgezweigte Nachbildungsschaltungen auf; an der fixen Abzweigstelle ist die Wechselstromquelle angeschlossen, wodurch beiden Zweigen das nämliche Potential aufgedrückt wird. Die zwei Zweige sind ähnlich angeordnet; sie unterscheiden sich bloss darin, dass im oberen

Zweige die Apparatur oder die Schaltung, deren Dämpfungswert bestimmt werden soll, eingeschaltet wird, während der untere Zweig veränderliche, parallel oder in Reihe geschaltete Widerstände enthält, die eine veränderliche Leitungsnachbildung ergeben. Soll gemessen werden, so wird die veränderliche Leitungsnachbildung des unteren Stromzweiges eingestellt, bis über beide Zweige dieselbe Lautstärke wahrgenommen wird; der Dämpfungsverlust in der geprüften Schaltung ist dann gleich dem Wert, der an der veränderlichen, nach Standardkabelmeilen geeichten Nachbildungsleitung abgelesen wird. Nach Fig. 12 ist ein Hörer mit einem in Reihe geschalteten Kondensator an das Ende des oberen und ein Widerstand von 200 Ohm an das Ende des unteren Zweiges gelegt (der 200-Ohm-Widerstand vermag bei 1000 Perioden/Sek. den Wellenwiderstand des mit dem Kondensator in Reihe geschalteten Hörers auszugleichen). Während der Messung wird die Hörerschaltung mit dem Ausgleichswiderstand von 200 Ohm vertauscht; diese Vertauschung muss zum Vergleich der Uebertragung mittelst Umschalter vorgenommen werden können. Die beidseitigen Nachbildungsanordnungen bestehen aus induktionsfreien Widerständen.

Der zu prüfende Apparat oder Stromkreis wird zwischen die Bestandteile der Nachbildung im oberen Zweig eingeschaltet. Die veränderliche Nachbildungsleitung im unteren Zweig ist so gebaut, dass die Impedanz des Stromkreises rechts von r im unteren Zweig unabhängig von der Einstellung sich gleich bleibt.

Dem Widerstand R können mittelst eines Schlüssels 3 verschiedene Werte (entsprechend schwerbelasteten, mittelschwerbelasteten und nichtbelasteten Leitungen) gegeben werden. Ebenso kann, durch geeignete Veränderungen im Werte für r, die Nachbildungsleitung, bestehend aus r und dem Widerstande rechts davon, in Uebereinstimmung mit irgend einem der genannten Werte gebracht werden. Da der durch die Telephonapparatur verursachte Dämpfungsverlust

von der Art der Leitung, in welche sie geschaltet ist, abhängt, so erlaubt obige Anordnung, den durch die Apparatur verursachten Verlustwert mit verschiedenartigen Leitungstypen festzustellen, und damit überhaupt die Verluste bei Impedanzverhältnissen, wie sie im eigentlichen Betriebszustande gelten, zu bestimmen.

### (c) Leitungsdämpfung.

Der oben beschriebene Dämpfungsmesser kann zu Dämpfungsmessungen nur dienen, wenn beide Enden der zu prüfenden Leitung oder Schaltung zugänglich sind (es kann ein entferntes Ende über eine Rückleitung erfasst werden). Verluste in einzelnen Leitungen müssen bei Verwendung von Rückleitungen durch drei Messungen ermittelt werden, wie an früherer Stelle angedeutet wurde (siehe Techn. Mitteilungen Nr. 4, 1. VIII. 26, Seite 145). Die Durchschaltung der zur Dreischritt-Messung dienenden Leitungen am entfernten Ende muss immerhin ohne Übergangs-Verluste bewerkstelligt werden können. Am einfachsten stellt sich der Fall dar, wenn die Dämpfung einer Kabelschleife zu bestimmen ist, und Schleifen aus demselben Kabel als Rückleitungen zur Verfügung stehen. Diese Messmethode ist aber sehr umständlich und es ist auch vom Betriebsstandpunkte aus dagegen einzuwenden, dass der gleichzeitige Entzug von 3 Betriebsleitungen den Verkehr unter Umständen zu sehr beeinträchtigt. Es ist deshalb ein Messgerät entwickelt worden, bei dessen Verwendung nur die zu messende Leitung in Mitleidenschaft gezogen wird. Dabei muss vorausgesetzt werden, dass am entfernten Messende eine zweite, übereinstimmende Messapparatur zur Verfügung steht. Der Stromkreis dieses Messgerätes — des 3-A-Streckendämpfungsmessers — erhellt aus Fig. 13. Das Gerät wird zur Messung von Leitungsdämpfungen, aber auch von Verlusten in

Apparatur und Zentralenausrüstungen, verwendet, und zwar dort, wo eine grössere Genauigkeit der Messung verlangt wird, als sie z. B. mit dem 1-B-Dämpfungsmesser möglich ist. Dieses Messgerät ist, wie viele andere für die Instandhaltungsarbeiten entworfene Apparate, tragbar. Es ist für die sichtbare Anzeige mit einem Ablese-Messinstrument versehen. Es ist in Standardkabelmeilen, von 0 bis 30, geeicht, und es können zwischen diesen Grenzen Dämpfungen mit einer Genauigkeit von 0,1 St.-K.-M. gemessen werden. Die Messungen können sehr rasch ausgeführt werden. Der Apparat gestattet auch, die Stromstärke in Teilnehmerschnurstromkreisen und andern Speiseschaltungen zu messen.

Die äusseren Abmessungen der eingebauten Messapparatur ohne die Messstromquelle (Oszillator) betragen  $56 \times 20$  cm; das Gewicht beläuft sich auf ungefähr 17 kg. Während irgendeine Wechselstromquelle von angemessener Leistung und passender Wellenform und Frequenz benutzt werden kann, ist für den Gebrauch mit diesem Apparat ein besonderer Oszillator, bekannt unter der Bezeichnung „3-A“-Oszillator, für einen Wechselstrom von 1000 Perioden entworfen worden. Dieser Oszillator gibt mehr Leistung ab, als der mit dem 1-B-Dämpfungsmesser verwendete Oszillator 2 B aufbringen kann.

Sowohl für den Messapparat als auch für den damit verwendeten Oszillator kann die Zentralbatterie von 24 Volt als Stromquelle verwendet werden. Der Messapparat enthält 2 Vakuumröhren, erfordert aber keine besondere Anodenbatterie; die 24-Volt-Batterie liefert den Heiz- und den Anodenstrom.

Die Wirkungsweise des Apparates beruht auf einer Anwendung der Substitutionsmethode, in welcher der von einer geeichten Nachbildung verursachte Gesamtverlust so weit verkleinert wird, bis der vom ver-

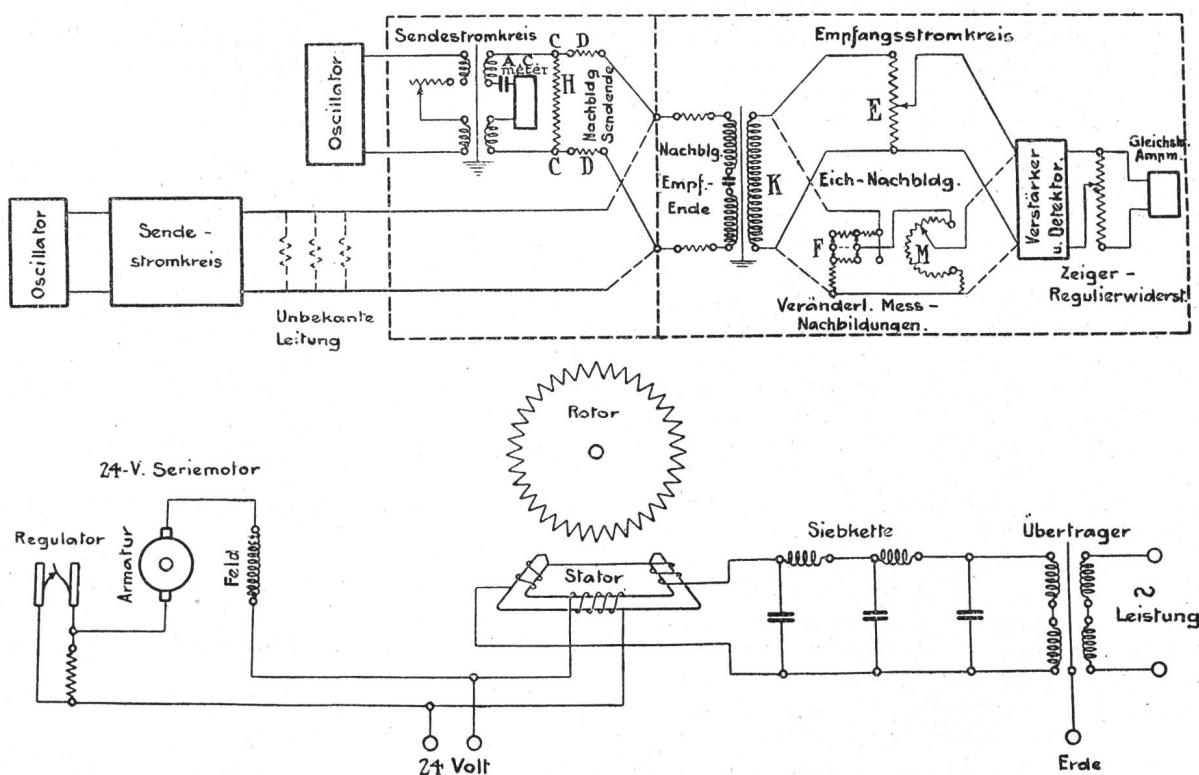


Fig. 13. „3-A“-Streckendämpfungsmesser und 3-A-Oszillator: Stromlauf.

bleibenden Teil dieser geeichten Nachbildung verursachte Verlust, zusammen mit dem zu bestimmenden Verlust der unbekannten Schaltung, dem ursprünglichen Gesamtverlust gleich ist. Diesen Zustand erkennt man an der Gleichheit der Ausschläge des Messinstrumentes unter den beiden Versuchsbedingungen.

Die Einzelheiten der Wirkungsweise dieses Messgerätes, wenn es zu Leitungsdämpfungsmessungen verwendet werden soll, sind kurz die folgenden:

Bei dem Messapparat, der am Empfangsende der Leitung angeschlossen ist (ein zweiter, übereinstimmender Apparat ist am Sendende angeschlossen), fliesst der Wechselstrom aus dem Sendestromkreis dieses Apparates in eine Nachbildungsschaltung aus Widerständen, welche angenähert der Impedanz des Sendendes der zu prüfenden Leitung gleichkommt. Diese Nachbildungsschaltung ist wiederum an eine andere Nachbildungsanordnung, welche einen Bestandteil des Empfangstromkreises bildet, angeschlossen; die zweite Nachbildung weist ihrerseits eine Impedanz auf, die sich derjenigen des Empfangsendes der zu prüfenden Leitung nähert.

Der Strom aus dem Sendestromkreis durchfliesst die obengenannte Nachbildung und erreicht über einen Transformator und eine Eich-Nachbildungs schaltung einen Verstärker und Detektor, dessen Leistung durch den Ausschlag eines Gleichstrom-Ampèremeters angezeigt wird. Mittels eines dem Ampèremeter vorgesetzten Regulierwiderstandes kann der Ausschlag auf einen bestimmten Wert eingestellt werden. Derartige Messungen, wobei die Sende- und Empfangstromkreise (beide am Empfangsende der zu prüfenden Leitung) verbunden sind, können mit „Eichung“ bezeichnet werden.

Die angeführten Sende- und Empfangstromkreise werden dann von einander getrennt; der Empfangstromkreis wird mittelst eines Umschalters an das Empfangsende der zu prüfenden Leitung gelegt und der Sendestromkreis, oder ein ähnlicher, an das Sende ende der Leitung. An Stelle der Eich-Nachbildung, die bei der Eichung einen bestimmten Dämpfungs verlust ergab, treten nun 2 veränderliche Mess-Nachbildungen; die Umlegung erfolgt wiederum mittelst Umschaltern. Die eine der Mess-Nachbildungen ist auf kleine Stufen, d. h. für Dämpfungswerte von 0 bis 10 St.-K.-M. regulierbar, während die anderen Stufen zu 10 St.-K.-M. aufweist. Wenn die zu prüfende Leitung zwischen die Sende- und Empfangstromkreise geschaltet ist, so wird der dem Empfangstromkreise zufließende Strom, zufolge der Schwächung in der zu prüfenden Leitung, einen kleineren Wert als bei der Eichung aufweisen. Der Ausschlag des Instrumentes wird dementsprechend kleiner sein als bei der Eichung des Stromkreises. Wird nun der Dämpfungswert der veränderlichen Mess-Nachbildung verringert, bis der Ausschlag am Instrument gleich demjenigen bei der Eichung wird, so entspricht der Unterschied zwischen dem Dämpfungswert der festen Eich-Nachbildung und demjenigen der veränderlichen Mess-Nachbildung dem von der zu prüfenden Leitung verursachten Dämpfungsverlust. Die Mess-Nachbildungen sind so geeicht, dass dieser Unterschiedswert unmittelbar abgelesen werden kann.

Der vollständige Sendestromkreis des Messapparates besteht aus einem Oscillator, einem Regulierwiderstand für seine Leistung, einem Wechselstrom-Ampèremeter zur Messung dieser Leistung und einer Gruppe von Widerständen, die eine Nachbildung darstellen.

Der Empfangstromkreis besteht der Reihe nach aus einer Nachbildungsschaltung aus Widerständen, einem Transformator K, einer Eich-Nachbildungs anordnung E, veränderlichen Mess-Nachbildungen F und M, einem Verstärker und Detektor, einem Regulierwiderstand und einem Gleichstrom-Ampèremeter.

Die Nachbildungsanordnung im Sendestromkreis weist die Widerstände DD auf, die Gesamtimpedanz werte von 600, 1200 und 1800 Ohm, entsprechend leichtem, mittlerem und hohem Wellenwiderstand, zulassen. Der Widerstand H ist induktionsfrei und liegt im Nebenschluss zu den Klemmen der Nachbildung. Man beachte, dass das Wechselstrom-Ampèremeter so in den Ausgangstromkreis des Oszillators eingebaut ist, dass es den gesamten, durch die Widerstände DD und H fliessenden Strom misst. Der Widerstand H ist so klein im Vergleiche zu DD, dass nur ein sehr geringer Teil des Gesamtstromes durch DD fliesst, wenn eine Leitung oder ein Empfangstromkreis angeschlossen wird. Bei einem gegebenen Strom durch das Ampèremeter kann daher angenommen werden, dass die Spannung zwischen den Punkten CC praktisch unabhängig von der an den Sendestromkreis angelegten Impedanz ist und dass auch die Spannung an den Punkten CC gleich ist, wenn irgend ein anderer Sendestromkreis bei gleicher weise einregulierten Widerständen und bei derselben Stromstärke angelegt wird.

Der Transformator K im Empfangstromkreis ist abgeschirmt und so gebaut, dass seine Impedanz bei der rechts davon angelegten Apparatur annähernd 600 Ohm beträgt. Damit die Impedanz des Empfangstromkreises auf Werte von 600, 1200 und 1800 Ohm, entsprechend dem Empfangsende der Leitung, gehalten werden kann, sind Widerstände zwischen der Spule und den Anschlussklemmen für die zu prüfende Leitung gelegt. Die Eich-Nachbildung E ist ein Potentiometer, so gebaut, dass das Verhältnis aus der dem Verstärker und der ihm vom Transformator K aufgedrückten Spannung einem Dämpfungswert von 30 Standardkabelmeilen bei einer Frequenz von 800 Perioden/Sek. entspricht. Die veränderliche Nachbildung M ist ein Potentiometer mit einem Gesamtwiderstand entsprechend demjenigen der Eich-Nachbildung E, jedoch so angeordnet, dass Dämpfungsverluste von 0 bis 10 St.-K.-M. dargestellt werden können. Es ist als kreisförmiger Gleitdraht ausgebildet und in Stufen von 0,1 St.-K.-M. geeicht. Die veränderliche Nachbildung F ist ein Shunt von gleichbleibendem Impedanzwert, so dass Verhältniswerte aus den der veränderlichen Nachbildung M und dem Shunt zufließenden Strömen eingestellt werden können, denen Dämpfungsverluste von 0,10 und 20 Standardkabelmeilen bei 800 Perioden/Sek. entsprechen. Der Verstärker- und Detektorstromkreis enthält 2 Vakuumröhren; die eine davon dient als Verstärkerelement und die andere als kombiniertes Verstärker- und Gleichrichter- d. h. Detektorelement.

Der Regulierwiderstand hat die Form eines Potentiometers mit kreisförmigem Gleitdraht; die Einstellungen bestimmen den dem Gleichstrominstrument zufließenden Strom. Das Potentiometer ist so angeordnet, dass seine Impedanz, von den Klemmen des Gleichstrominstruments aus betrachtet, konstant ist; damit bleibt auch die Dämpfung des Instruments konstant. Verschiedene Klinken und Klemmen ermöglichen den Anschluss des Messgerätes mit Stöpseln verschiedener Typen oder mit losen Drähten und die Verwendung derselben für die Messung von Stromspeiseschaltungen, usw.

Eine noch höhere Entwicklung der Geräte zur Messung der Uebertragungsgüte stellt der *4-A-Streckendämpfungsmesser* dar. Diese Ausrüstung dient in wichtigeren Zentren der Fernkabelanlage zur Vornahme von ausgedehnteren Messungen, besonders in bezug auf die Frequenz, als es mit den bisher beschriebenen Ausrüstungen möglich wäre.

Die äusseren Abmessungen dieses Messgerätes betragen ungefähr  $84 \times 46 \times 36$  cm. Es ist als bleibende Messausrüstung in wichtigen Kopfstationen gedacht und ist zu diesem Zwecke gewöhnlich mit einer Reihe von klinkenendigenden Messleitungen versehen, die dem Messenden erlauben, eine grosse Zahl von Messungen an Leitungen aller Art mit geringstem Zeitaufwand auszuführen. Verschiedene Signalelemente und eine Sprechstation sind vorhanden zur Erleichterung der Messarbeit. Die Stromkreisanordnung dieses Gerätes ist grundsätzlich dieselbe wie bei dem früher beschriebenen *3-A-Streckendämpfungsmesser*.

Die Reichweite der Messung jedoch ist grösser, indem Dämpfungsverluste von 0 bis 60 St.-K.-M. und Verstärkungsgewinne von 0 bis 20 St.-K.-M. in Stufen von 0,1 Meile gemessen werden können. Der Verstärker-Detektor dieser

Ausrüstung weist wegen der beträchtlicheren Reichweite der Ausrüstung 3 Vakuumröhren auf.

Während man zur Feststellung der Beziehung zwischen Dämpfung und Frequenz für irgend eine Leitung einen veränderlichen Oszillator verwendet, der alle Frequenzen zwischen 200 bis 4000 Perioden/Sek. z. B. abgibt, wird diese Messausrüstung hauptsächlich zusammen mit einem Spezial-Oszillator (5-A) zu Messungen bei 1000 Perioden/Sek. verwendet.

Der 5-A-Oszillator gibt Messstrom ab, dessen Frequenz zwischen 900 und 1100 Perioden/Sek. sehr schnell zu- und abnimmt. Erfahrungsgemäß verläuft die Dämpfungs/Frequenzkurve der

Leitung zufolge der durch den Leitungsbau bedingten geringen Impedanzabweichungen unregelmässig. Trotzdem hat es sich gezeigt, dass der gemessene Dämpfungswert bei Verwendung dieses Oszillators praktisch derselbe ist wie bei einer Messung mit Einzelfrequenz von 1000 Perioden/Sek. und bei idealem Leitungsbau, d. h. wenn keinerlei Unregelmässigkeiten vorhanden wären.

#### (d) Verstärkergewinn.

Um die Verstärkung der in den 2-Draht- oder 4-Draht-Stromkreisen gebrauchten Verstärker zu prüfen und ihre Verstärkung für die verschiedenen Einstellungen des Potentiometers zu messen, ist es notwendig, in jeder Verstärkerstation wenigstens einen *Verstärkungsmesser des Typs Nr. 2* vorzusehen. Fig. 14 zeigt ein vereinfachtes Schaltbild des verwendeten Stromkreises. Mit diesem Apparat können Verstärkungszahlen in Stufen von 0,5 Meilen bis zu 46 Standard-Kabelmeilen gemessen werden. Der Apparat ist so gebaut, dass er auf den gleichen Gestellen montiert werden kann wie die Verstärker; er besteht aus zwei Schalttafeln, von denen die eine, als Verstärker-Einheit bezeichnet, die Einrichtungen enthält, um den zu messenden Verstärker anzuschliessen und seine verstärkte Leistung einer unverstärkten Leistung gleich zu machen, während die zweite — die Messeinheit — die Apparate enthält, um den obigen Zustand feststellen zu können. Für die Messung wird ein Wechselstrom von irgendeiner Frequenz zwischen 100 bis 3000 oder mehr Perioden an die Klemmen der Verstärker-Einheit angeschlossen, von wo der Strom über einen Nebenschluss, zur Regulierung der zugeführten Leistung, in einen Uebertrager fliest. Von hier teilt er sich in zwei Stromkreise, die durch die Sekundärwicklungen des Uebertragers in Reihe ge-

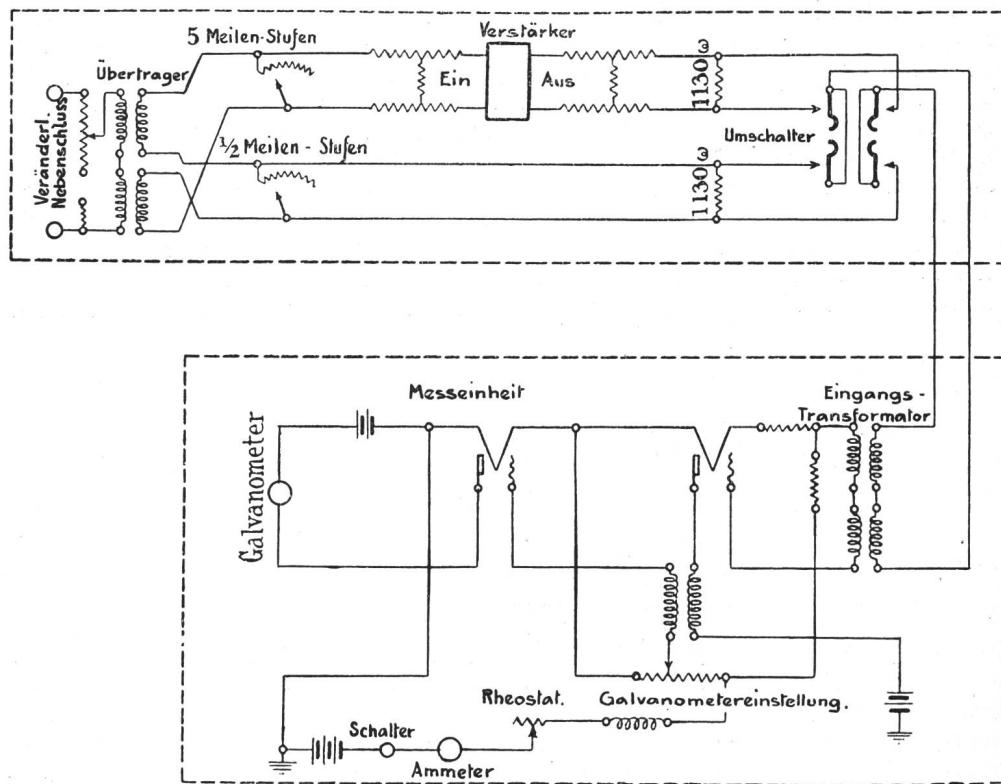


Fig. 14. „2-A“-Verstärkungsmesser: Stromlauf.

schaltet sind, so dass in jedem derselbe Strom fliest. Ein Nebenschlussregulierwiderstand, der von den Eingangsklemmen dieses Uebertragers abzweigt, gestattet, die zugeführte Leistung zu variieren. Die zwei Stromkreise vereinigen sich wieder an einem Umschalter.

Wie die Fig. 14 zeigt, fliest der Strom im oberen Stromkreis der Verstärkereinheit über eine Nachbildung, zu der ein mit einem Zeigerschalter versehener veränderlicher Widerstand in Nebenschluss geschaltet ist, der so bemessen ist, dass er Verluste in Stufen von 5 Standardmeilen verursacht. Die Enden der Nachbildung sind an den Vorübertrager des zu untersuchenden Verstärkers angeschlossen; dessen Nachübertrager ist mit einer zweiten Nachbildung verbunden. Diese selbst ist mit einem Widerstand abgeschlossen, dessen Enden mit dem Umschalter verbunden sind.

Der untere Stromkreis der Verstärkereinheit enthält einen konstanten Widerstand und im Nebenschluss dazu einen anderen, veränderlichen Widerstand. Auch dieser Nebenschluss wird mittels eines Zeigerschalters eingestellt und gibt Verluste in Stufen von 0,5 Standardkabelmeilen. Die Endpunkte des konstanten Widerstandes sind an den Umschalter angeschlossen.

Der untere Teil der Fig. 14 zeigt die Messeinheit, die aus zwei Vakuumröhren besteht, von denen die erste als Verstärker und die zweite als Detektor benutzt wird. Im Anodenkreis der letzteren ist ein Galvanometer eingeschaltet. Der Umschalter in der Verstärkereinheit wird mit Hilfe eines Transformators an das erste Rohr der Messeinheit angeschlossen. Durch Änderung des Gitterpotentials des Detektors, mit Hilfe eines den Heizfaden des ersten Rohres überbrückenden Widerstandes, wird der Galvanometerausschlag ohne Anwendung eines Wechselstromes auf 10 eingestellt. Mit Hilfe des Umschalters kann irgendeiner der beiden Stromkreise der Verstärkereinheit an die Messeinheit angeschlossen werden. Zur Messung der Verstärkungszahl eines Verstärkers wird dann an die Verstärkereinheit ein Wechselstrom angeschlossen und die Einstellung der zwei Zeigerschalter so lange verändert, bis für beide Stellungen des Umschalters der gleiche Galvanometerausschlag von ungefähr 50 Skalenteilen erhalten wird. Sind die zwei Ausschläge gleich, so müssen auch die Potentialdifferenzen an den Enden des oberen und des unteren Stromkreises der Ver-

stärkereinheit gleich gross sein, und da die den beiden Stromkreisen zugeführte Wechselstromstärke dieselbe ist, muss die durch den Verstärker erzeugte Verstärkung notwendigerweise gleich sein dem Unterschiede der Verluste, die durch die Nebenschlüsse und Nachbildungen verursacht werden. Im allgemeinen wird für den Gebrauch mit diesem Messapparat in den Verstärkerstationen ein Oszillatator für eine einzelne Frequenz vorgesehen, der aus zwei Vakuumröhren besteht und auf einem an den Verstärkergeräten angebrachten Schaltbrett aufgebaut ist.

Der Stromkreis eines Verstärkungsmessers in tragbarer Anordnung wird in Fig. 15 gezeigt. Es ist dies der „3-A“-Verstärkungsmesser der auch zur Messung von Dämpfungsverlusten verwendet werden kann. Sein Messbereich liegt zwischen 0 bis 90 Standardkabelmeilen (800 Perioden/Sek.) in Stufen von 0,2 Meilen. Die Ausrüstung ist in einer eichenen Kassette mit den Abmessungen  $25 \times 16 \times 60$  cm und dem Gewicht von 15 kg untergebracht.

Die Verstärkereinheit, deren Verstärkungsziffer gemessen werden soll, wird an die Messausstattung angeschlossen, indem der Eingangskreis der Verstärkerröhre an die mit „Eing.“ und der Ausgangskreis an die mit „Ausg.“ bezeichneten Klemmen angelegt wird. Die Zeigerschalter der „Eingangs- und Ausgangskreisimpedanzen“ werden auf geeignete Werte eingestellt, und zwar sind hiezu sieben Wellenwiderstandswerte (300, 700, 800, 1130, 1420, 1800 und 2280 Ohm) vorhanden. Die Zeigerschalter sind auf Werte einzustellen, die angenähert den Impedanzen der Leitungen gleichkommen, für die die Verstärkereinheit gebaut ist. Der „Gewinn- und Verlust“-Umschalter wird auf „Gewinn“ umgelegt und der „Instrument/Hörer“-Umschalter in die „Instrument“-Lage. Die Widerstände A und B werden eingestellt, bis die abgegebenen Leistungen der Stromkreiszweige miteinander übereinstimmen. Diese Übereinstimmung wird in einem Stromkreis mit einer Impedanz von 1130 Ohm an Hand eines Galvanometers mit Thermoelement festgestellt. Die Betätigung des „Prüf“-Umschalters schliesst einen Stromkreiszweig über das Thermoelement und gleichzeitig den andern Zweig über einen Widerstand von 1130 Ohm. Wenn keine Änderung im Ausschlage des Micro-Ampèremeters bei der Betätigung des „Prüf“-Umschalters mehr erfolgt, so zeigt der Stand der Zeigerschalter A und B die

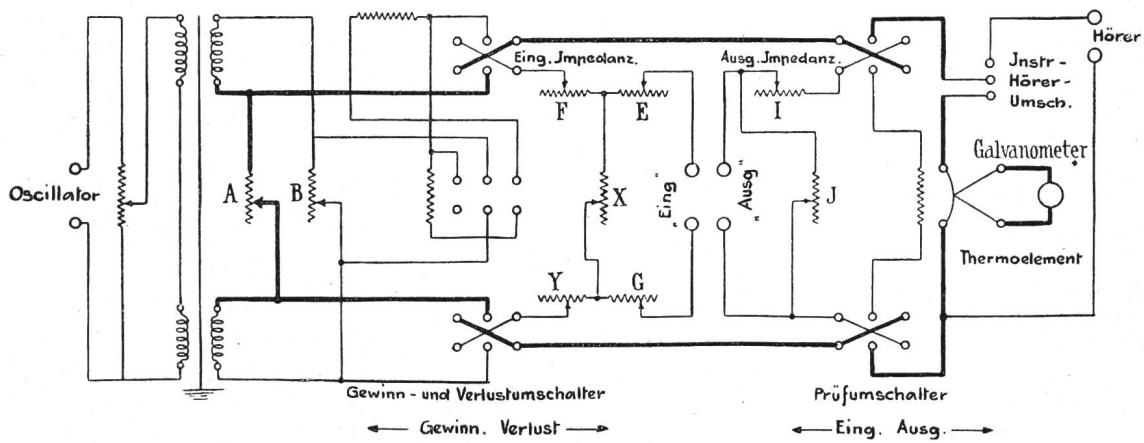


Fig. 15. „3-A“-Verstärkungsmesser: Stromlauf.

Verstärkungsziffer (Betriebsverstärkung, Gewinn) der Verstärkereinheit in Standardkabelmeilen an.

Die Messausrüstung kann auch zur Messung von Dämpfungsverlusten in einer Apparatur verwendet werden. Zu diesem Zwecke wird der Apparat an die „Eing.“- und „Ausg.“-Klemmen angeschlossen und der „Gewinn- und Verlust“-Umschalter auf „Verlust“ umgelegt. In der Regel wird die Ausgangsenergie aus jedem der Stromkreiszweige für die Wirkung des Thermoelementes ungenügend sein, wenn die Messausrüstung so verwendet wird. Aus diesem Grunde ist ein Hörer zur Abstimmung vorhanden; er ist an die mit „Hörer“ bezeichneten Klemmen angeschlossen; der „Instrument/Hörer“-Umschalter wird in diesem Fall auf Stellung „Hörer“ umgelegt.

Mit beiden obigen Messgeräten kann ein Oszillatork verwendet werden, der Energie bei allen Frequenzen zwischen 200 und 3000 Perioden/Sek. abzugeben im Stande ist. Ein solcher Oszillatork (Nr. 4-B-Oszillatork) wird an späterer Stelle angeführt.

(e) Gleichförmigkeit der Leitungsimpedanz (Abgleichmessungen).

Wie schon vorstehend erwähnt, erfordert der gute Betrieb eines Zwischenverstärkers eine starke Uebereinstimmung zwischen dem Wellenwiderstand der Leitung und dem der Nachbildung. In einer ganz gleichförmigen Leitung ändert sich der Wellenwiderstand (Scheinwiderstand, Impedanz) innerhalb des zu übertragenden Frequenzbereichs allmählich. Irgendeine plötzliche Änderung der Leitungseigenschaft, Einschaltung von Apparaten, unregelmässige Verteilung der Pupinspulen, Benutzung eines falschen Uebertragertyps usw., werden an Stelle der Unregelmässigkeit eine Reflexion des Stromes verursachen. Diese reflektierte Welle kehrt zur Sendestelle der Leitung zurück und verursacht eine Unregelmässigkeit des Wellenwiderstandes bei einer Frequenz, die von den Eigenschaften der Leitung und der Entfernung der Stelle der Unregelmässigkeit abhängt. Die Grösse der Unregelmässigkeit des Wellenwiderstandes ist abhängig von der Art der Unregelmässigkeit in der Leitung und der Dämpfung zwischen der Stelle der Unregelmässigkeit und der Stelle, wo der Wellenwiderstand bestimmt wird.

Wenn diese Unregelmässigkeiten des Wellenwiderstandes gross genug sind, verursachen sie eine Verzerrung im Verstärker oder auch ein „Pfeifen“ des Verstärkers. Eine Methode, die Grösse dieser Unregelmässigkeiten zu bestimmen, besteht in der Messung der grössten Verstärkung, die mit dem Verstärker erhalten werden kann, ohne dass Pfeifen eintritt (siehe Technische Mitteilungen Nr. 4, I. VIII. 26, Seite 143). Mit einem Doppelrohrzwischenverstärker erhält man den Pfeipunkt zwischen einer

Leitung und ihrer Nachbildung, indem man die grösste Verstärkung bestimmt, die, ohne ein Pfeifen zu verursachen, unter der Bedingung, dass die eine Leitung offen und kurz geschlossen ist, möglich ist. Die so erhaltene Gesamtverstärkung beider Elemente gibt den Pfeipunkt. Im allgemeinen werden für den Pfeipunkt zwei verschiedene Werte erhalten, je nachdem die zweite Leitung offen oder kurz geschlossen ist. Der niedrigere der beiden Werte ist derjenige, der von Interesse ist. Die beiden Werte des Pfeipunktes entsprechen den möglichen zwei Beziehungen der Stromphasen, und weil in der Praxis beide Fälle vorkommen können, so ist es ratsam, den Verstärker mit dem niedrigeren Pfeipunktswert in Betrieb zu nehmen. Ein derartiger Versuch gibt einen Pfeipunkt bei einer Frequenz, die von der Beziehung der Verstärkereigenschaften und der Aehnlichkeit der Leitungs- und Nachbildungsscheinwiderstände abhängig ist.

Es ist oft erwünscht, noch weitere Angaben über den Pfeipunkt zu erhalten, die von den Verstärkereigenschaften unabhängig sind und die Aufschluss geben über die Frequenzen, die den niedrigsten Pfeipunkt erzeugen. Die Schaltanordnung eines Messapparates, mit dem diese Daten rasch bestimmt werden können, ist in Fig. 16 dargestellt. Dieses Messgerät ist als 2-A-Unregelmässigkeitsmesser (Abgleichmesser) für Impedanzen bekannt. Die Wirkungsweise des Apparates hat Aehnlichkeit mit der eines Dämpfungsmeßers, weil er tatsächlich den Verlust in einem Dreiwicklungstransformator misst, der an eine Leitung und ihre Nachbildung angeschlossen ist. Wenn die Leitung und ihre Nachbildung vollkommen abgeglichen sind, wird von der Spule des Transformators natürlich keine Energie übertragen, und der Verlust wird unendlich gross sein. Ist jedoch eine Ungleichheit vorhanden, so findet durch die Spule eine Energieübertragung auf den Zweig, der nicht mit der Leitung und Nachbildung verbunden ist, statt, und es besteht ein endlicher Verlust. Der Unregelmässigkeitsmesser ist entworfen worden, um diesen Verlust zu messen. Es ist ein Messgerät zur unmittelbaren Messung des Pfeipunktes bei irgendeiner Frequenz.

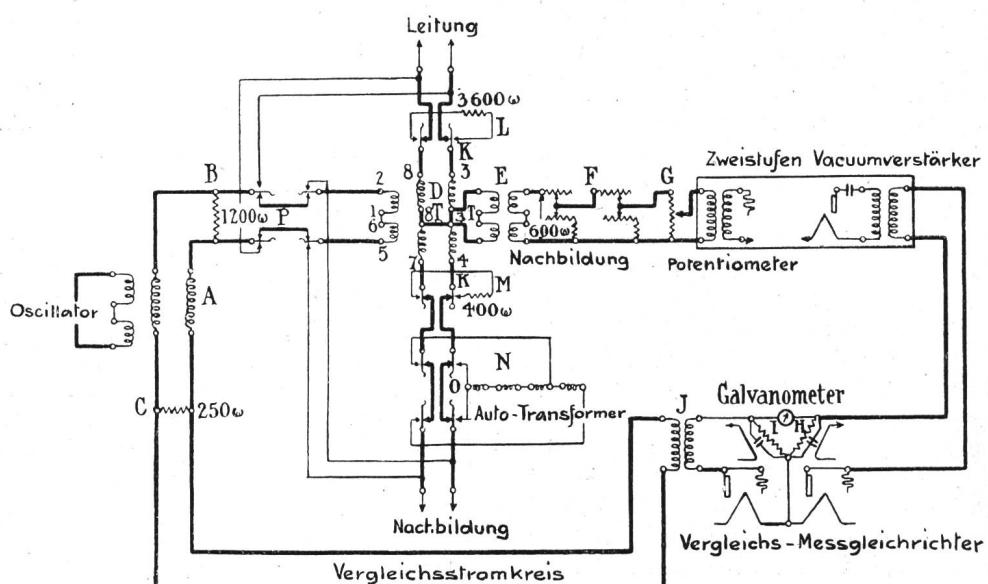


Fig. 16. Unregelmässigkeitsmesser für Scheinwiderstände: Stromlauf.

Die Fig. 16 zeigt die wichtigsten Bestandteile des Stromkreises der Messapparatur unter Weglassung gewisser Einzelheiten, die für seine Verwendung von geringerer Bedeutung sind. Die stark ausgezogenen Linien zeigen die für Unregelmässigkeitsmessungen benutzten Leiter. Das Prinzip der Messung beruht auf der Vereinigung von Substitutions- und Nullmethode; ein Strom, der von der zu messenden Grösse abhängt, wird von einem anderen Strom aus derselben Quelle, der in einem Eichstromkreise fliesst, kompensiert. Diese Methode schliesst Fehler, die durch die Unbeständigkeit der Stromquelle entstehen könnten, aus.

Wechselstrom von einem Oszillatoren wird durch einen Transformator A zwei Widerständen B und C in Reihe zugeführt. Der Widerstand B kann als eine 1200-Ohm-Leitung, die den an ihren Klemmen beginnenden Messstromkreis speist, angesehen werden. Der Strom aus B fliesst zu der Wicklung 2—5 des Dreiwicklungstransformators D, dessen Leitungs- und Nachbildungsklemmen über die Kontakte gewisser Umschalter zu den gleichlautenden Klemmen des Messgerätes führen und endlich an die zu messenden Impedanzen angeschlossen sind. Von den Brückenklemmen fliesst der nicht ausgeglichene Strom durch einen Abschlusstransformator E zu der veränderlichen Nachbildung F und zum Potentiometer G. Der Spannungsabfall in G wirkt auf den hochohmigen Eingangskreis eines Zweistufen-Vakuumrohrverstärkers. Die Wechselspannung im Ausgangskreis des Verstärkers wirkt auf den Messgleichrichter und den in Reihe geschalteten Widerstand H und löst einen in der Pfeilrichtung fliessenden gleichgerichteten Strom aus. Der zu H parallel geschaltete Kondensator flacht den Strom ab und erhöht den Wirkungsgrad des Gleichrichterstromkreises.

Die Wechselspannung an den Klemmen des Widerstandes C wirkt durch den Transformator J auf den Widerstand I und den Eich-Gleichrichter in Reihe, so dass ein in der angedeuteten Pfeilrichtung fliessender, gleichgerichteter Strom ausgelöst wird. Die Klemmenspannungen an den Widerständen H und I wirken sich durch das Galvanometer entgegengesetzt aus; das letztere steht auf Null, wenn die beiden Ströme gleich sind.

Nachdem der Messapparat, wie oben ausgeführt, angeschlossen ist, besteht der erste Schritt zur Messung eines Pfeipunktes im Eichen der Apparatur. Es wird der Umschalter K, der die zu prüfenden Impedanzen durch die Widerstände L und M ersetzt, umgelegt. Das Verhältnis dieser Widerstände zu einander ist derart, dass ein Dämpfungsverlust von 6,4 Meilen durch den Dreiwicklungstransformator (nicht inbegriiffen die Kupfer- und Eisenverluste von zusammen 0,6 Meilen) auftritt, ohne dass andererseits das Impedanzverhältnis mit der übrigen Apparatur gestört würde. Die Zeigerschalter der Nachbildung F werden auf 0 gestellt — Stellung für maximalen Verlust — und der Zeigerschalter des Potentiometers G wird gedreht, bis die Galvanometernadel auf Null zeigt.

Wird nun der Eich-Umschalter K in seine Grundstellung zurückgebracht, so werden die zu prüfenden Impedanzen wieder angeschlossen, und es wird der

Betrag des nicht ausgeglichenen Stromes vermindert. Die Nullstellung des Galvanometers wird neuerdings durch Verändern der Zeigerstellung der Nachbildung F erhalten, wodurch der Verlust in F vermindert wird; die Verminderung kann an der Stellung der Zeiger abgelesen werden. Die Zeigerablesung entspricht dann dem Verlust durch den Dreiwicklungstransformator weniger die 7 Meilen ( $6,4 + 0,6$ ), die sich vorhin ergaben; der Verlust stellt den Pfeipunkt der beiden Impedanzen dar.

Nachdem die Messapparatur bei einer Frequenz von z. B. 1000 Perioden/Sek. geeicht wurde, können Messungen über das ganze Frequenzband ohne weitere Eichung durch blosses Einstellen des Oszillators und der Zeigerschalter vorgenommen werden.

Dieses Messgerät kann auch zur Eingrenzung von Unregelmässigkeiten (Impedanzunregelmässigkeiten) verwendet werden, obschon dies einfacher mit der Leitungsimpedanzbrücke geschieht.

Der Stromkreis der „1-B-Leitungsimpedanzbrücke“ ist in Fig. 17 dargestellt; er ist hauptsächlich zu Messungen der Impedanz von Telephonleitungen über ein ganzes Frequenzband hinweg zum Zwecke der Bestimmung einer Unregelmässigkeitsstelle entworfen worden. Diese Messapparatur kann auch zur Messung der Impedanz von Apparaten benutzt werden. Sie besteht aus einer Wheatstoneschen Brückenschaltung mit 2 Brückenzweigen von festen Widerständen; in die übrigen zwei Zweige können wahlweise, veränderliche Widerstände, kompensierende Widerstände und veränderliche und feste Induktanzen gebracht werden, während die zu messende Leitung an einen dieser Zweige fest angeschlossen bleibt.

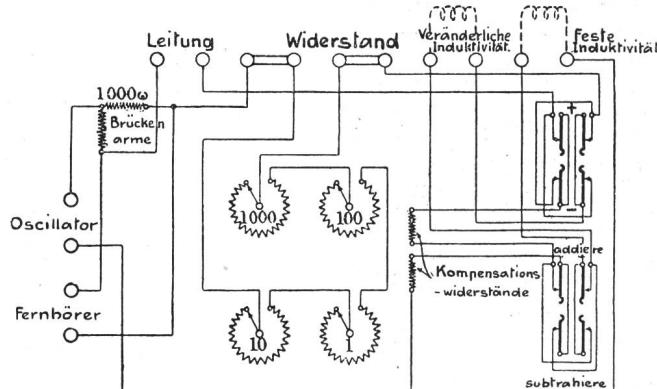


Fig. 17. „1-B“-Leitungsimpedanzbrücke.

Mittelst Schlüsselumschaltern können die Induktanzen beliebig in einen der zwei letzten Zweige verlegt werden, so dass sie in Reihe mit der zu messenden Leitung oder in den andern Zweig zu liegen kommen.

Zum Ausgleich der effektiven Widerstände der veränderlichen und festen Induktanzen sind kompensierende Widerstände im Stromkreis vorhanden; von der Zeigerstellung des veränderlichen Widerstandes kann somit der Wert der Widerstandskomponente der Impedanz unmittelbar abgelesen werden. Als Abgleichinstrument dient ein Kopfhörer. Dieses Messgerät besitzt einen Messbereich von 0—11.110 Ohm und  $\pm 0,530$  Henry; die Genauigkeitsgrenzen sind etwa  $1\%$ . Für die Bestimmung der Unregelmässigkeitsstelle sei auf den Anhang verwiesen.

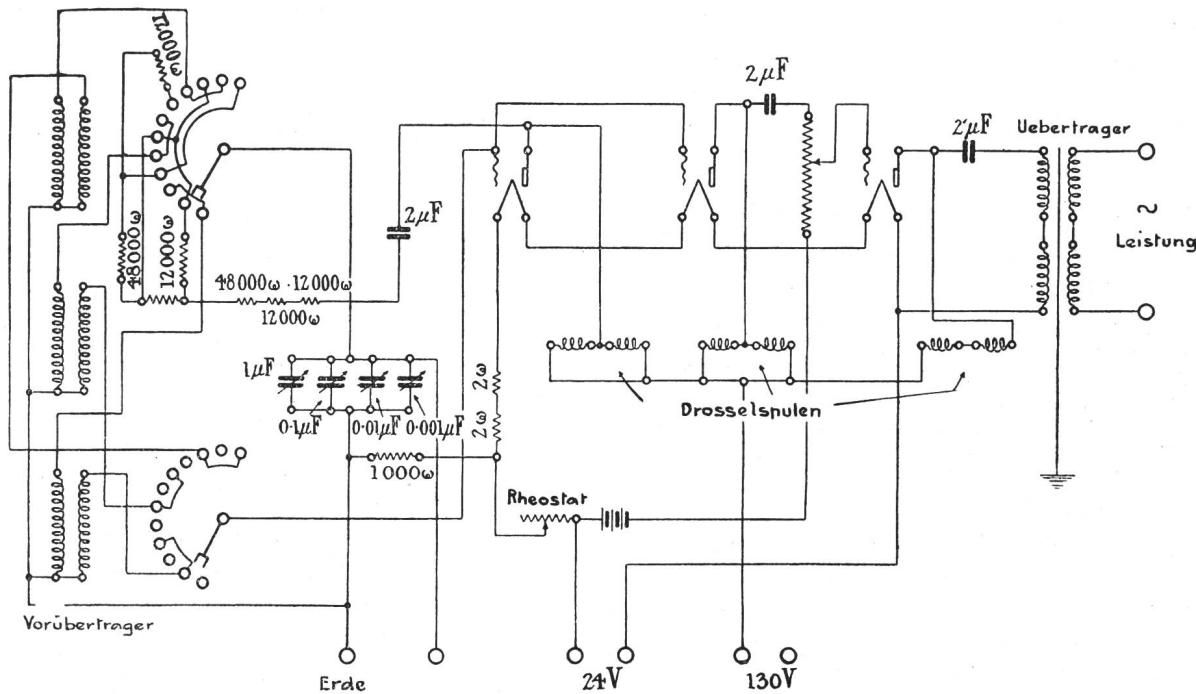


Fig. 18. „4-B“-Oszillator: Stromlauf.

Sowohl mit dem 2-A-Unregelmässigkeitsmesser, als auch mit der 1-B-Leitungsimpedanzbrücke kommt gewöhnlich der 4-B-Oszillator zur Verwendung.

Der Stromkreis des *4-B-Oszillators* erhellt aus Fig. 18. Es ist ein typischer Vakuumrohr-Oszillator, der in Verbindung mit verschiedenen vorstehend beschriebenen Messgeräten verwendet wird. Er ist entworfen worden zur Abgabe von Wechselstrom von nahezu reiner Sinusschwingung mit einer Genauigkeit von 0,1% innerhalb eines Frequenzbereiches von 100—5000 Perioden/Sek., einstellbar in Stufen von 20 Perioden.

Er besteht aus einem Schwingungsrohr, zwei Verstärkeröhren und einem veränderlichen Resonanzstromkreis. Die Frequenz wird mit Hilfe der veränderlichen Kapazität und Induktivität des mit dem Schwingungsrohr verbundenen Resonanzstromkreises erhalten. Für genaue Messungen ist in dem Apparat durch Stromkreisanordnungen noch eine weitere Anzahl von Vorrichtungen vorgesehen, die auf niedrige Amplitude der Schwingung im ersten Rohr hinzielen. Die Periodenzahl der Schwingungen ist von den Eigenschaften des Rohres ziemlich unabhängig, so dass die Röhren ohne Neueichung durch andere ersetzt werden können. Sie ist ferner unabhängig von geringen Änderungen des Heizstromes, der Anodenspannung und der Leistung.

Die Regulierung der Leistung geschieht mittels eines Potentiometers, das zwischen den zwei Verstärkeröhren eingeschaltet ist. Die für den Betrieb erforderliche Energie beträgt 1 Ampère bei 24 Volt für den Heizstrom und 0,05 Ampère bei 120 Volt für die Anodenstromkreise. Zur Regulierung des Heizstromes sind ein Widerstand und ein Messinstrument vorgesehen.

Der Oszillator kann noch als tragbar bezeichnet werden; er ist in einer Kassette mit Handgriffen von den äussern Abmessungen  $48 \times 48 \times 48$  cm untergebracht.

### Anhang.

#### Eingrenzung einer Unregelmässigkeit mittelst Impedanz/Frequenzmessung.

Man nehme an, dass auf einer sonst regelmässigen Leitung (Fig. 19) eine Unregelmässigkeit im Abstand D vom Messende entfernt aufgetreten sei. Die Aufgabe stellt sich, mittelst einer Impedanzmessung über ein Frequenzband die Unregelmässigkeitsstelle zu bestimmen. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen ist von den Konstanten der Leitung abhängig und ist als bekannt vorausgesetzt. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit sei V.

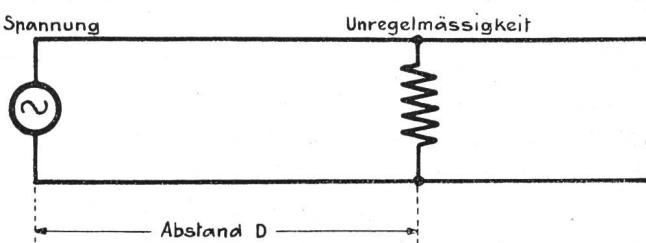


Fig. 19.

Die am Messende angelegte Spannung verursacht einen Stromfluss in der Leitung. Ein Teil dieses Stromes wird zufolge der Unregelmässigkeit zurückgeworfen. Der vom ursprünglichen und vom zurückgeworfenen Strom zurückgelegte Weg ist  $2D$ , und die Zeit, die bis zur Rückkehr des Stromes verstreicht,  $2D/V$ -Sekunden.

Ist der von der Unregelmässigkeit zurückkehrende Strom mit der angelegten Spannung in Phase, wenn er am Sendende eintrifft, so wird der scheinbare Stromfluss in die Leitung grösser sein als in dem Falle, wo die Leitung keine Unregelmässigkeit aufweist. Das will sagen, dass das Verhältnis aus angelegter Spannung und Strom, d. h. die Impedanz, einen Minimalwert aufweist.

Wenn die zurückgeworfene Welle zum Hin- und Zurücklauf 2-D/V-Sekunden brauchte und wenn angenommen wird, dass sie eine Frequenz von  $f$  Perioden/Sek. aufweist, so ergeben sich 2-Df/V-Wellenlängen auf den Gesamtweg.

Verändert man nun die Frequenz der angelegten Spannung nach oben oder nach unten, so wird es sich zeigen, dass die zurückgeworfene Welle nicht mehr in Phase mit der angelegten Spannung ist, d. h. dass die Impedanz nicht mehr einen Minimalwert ausmacht, sondern im Ansteigen begriffen ist. Wird die Frequenz weiter verändert, so wird die Phase sich ändern, bis ein Zustand erreicht ist, wo die Wellen wiederum in Phase sind. Trifft das zu, so ergibt sich eine Wellenlänge mehr oder minder als im Fall der Frequenz  $f$ ; es ist dann:

$$2 \text{ Df/V} = 2 \text{ Df}^1/\text{V} + 1$$

$$D = \pm \frac{\text{V}}{2} (\text{f-f}^1)$$

Beispielsweise betrage die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in einer Freileitung 288,000 km pro Sekunde. Angenommen, die Unregelmässigkeit verursache Maximalwerte der Impedanz bei 300, 600, 900, 1200 Perioden/Sek., so beträgt der Wert ( $f-f^1$ ) genau 300 Perioden. Die Distanz vom Messende bis zur Unregelmässigkeit errechnet sich dann zu  $\frac{288,000}{2 \times 300} = 480$  km.

#### Schlussbetrachtung zu den drei Artikeln über Verstärker.

Wie kein anderes Gebiet der Telephonie stellt die Kunst der telephonischen Uebertragung, ergänzt durch das Verstärkerprinzip, infolge der dabei sich auswirkenden subtilen physikalischen und mathematischen Beziehungen, erhöhte Anforderungen an die mit Entwicklungs- und direktiven Arbeiten betrauten Persönlichkeiten. Eine ergiebige Literatur, die der erstaunlichen Entwicklung auf diesem Gebiete auf Schritt und Tritt folgt, steht zur Verfügung. Meistens aber ist dieselbe, der Materie und dem

Stand ihrer Entwicklung angepasst, theoretisch gehalten.

Der Betrieb der Verstärkerstellen stellt andererseits das nicht vorbereitete Betriebspersonal vor neue Aufgaben praktischer Natur. Es fällt diesem in erster Linie der Unterhalt zu, der zu einem guten Teile aus Messarbeit besteht. Damit diese Aufgaben erfüllt werden können, ist eine Ausbildung des Betriebspersonals, zum Teil durch Selbststudium, auf dem genannten Gebiete unerlässlich. Die vorstehenden, aus dem Englischen übersetzten drei Artikel sind offenbar in der Absicht geschrieben worden, die Materie in eine für das Betriebspersonal *geeignete* Form zu kleiden; sie zeugen von grossem Verständnis für den verfolgten Zweck. Auch die Erbauer unserer Verstärkeranlagen suchen den Ausrüstungen weitmöglichst betriebsmässige Struktur zu geben, die sie, nach zielbewusstem Studium aus den gefundenen Lösungen im Laboratorium, an Hand der ersten Betriebserfahrungen hervorbringen mussten. Eine deutliche Anpassung an den Betriebsstandpunkt ist damit zum Ausdruck gebracht.

Das Betriebspersonal wird die Verstärkereinrichtungen nicht mit dem gleichen Masse von Selbständigkeit übernehmen können, wie dies beispielsweise mit den Hand- und Automatenzentralen, den Teilnehmer-einrichtungen oder dem Ortskabelnetz der Fall ist, solange es sich nicht über genügende Kenntnisse auf diesem Gebiete ausweist. Andererseits ist die richtige Ausnutzung der Verstärkerausrüstungen ohne eine relative Bewegungsfreiheit des Betriebspersonals kaum denkbar; es ist am Betriebspersonal, sich die nötigen Kenntnisse und Erfahrungen zu erwerben. Erfolgreicher Verstärkerbetrieb mit vorhandenen Ausrüstungen, wobei der Unterhalt eine grosse Rolle spielt, hängt ebensosehr von der Verbreitung genügender Kenntnisse unter dem damit betrauten Betriebspersonal auf der Strecke ab, als von gründlichen Kenntnissen an vereinzelten Stellen.

## Presse et publicité au service des P. T. T.

Par Ph. Biétry.

La presse est, à l'heure actuelle, une puissance avec laquelle il faut compter. En effet, les événements de la période de guerre et d'après-guerre ont mis en évidence le rôle qu'elle est appelée à jouer dans la vie tant politique que publique.

L'administration des télégraphes ne pouvait s'enfermer dans une tour d'ivoire, mais devait, au contraire, utiliser les services de la presse pour instruire la population sur les innovations et changements apportés à son exploitation.

En 1910 déjà, les offices téléphoniques étaient invités à rédiger des communiqués à la presse lors de l'ouverture de nouvelles centrales, stations publiques ou lignes interurbaines. Ces avis devaient paraître dans les feuilles locales entrant en considération. Cette prescription fut, par la suite, ajoutée aux dispositions de détail de l'ordonnance sur les téléphones du 1<sup>er</sup> février 1917, puis à celles du 27 décembre 1923, en vigueur actuellement.

On ne sembla cependant pas attacher partout l'importance voulue à ces communiqués à la presse. Pour cette raison, on dut rappeler les dispositions réglementaires aux offices, dans le courant de l'année 1926. L'administration des télégraphes estime, avec raison, que rien ne saurait être négligé à cet égard.

Le rôle de nos offices est, non seulement d'informer le public des innovations apportées dans l'exploitation des centrales, mais encore et surtout de rectifier certaines erreurs qui, naissant d'un malentendu ou d'un jugement préconçu, se répandent dans la presse et plongent le public dans une atmosphère hostile à l'administration. Officiellement ou officieusement, peu importe; l'essentiel est d'agir afin d'empêcher que des non-sens soient colportés, comme c'est encore le cas très souvent. A cet effet, point n'est besoin de répondre par des articles tonitruants et enflammés par l'ardeur de la défense d'une „sainte“ cause! Le mieux est de s'adresser