

#### IV. Empfangsleistung und Lautstärke.

Hat man nach den S. 476 erläuterten Gesichtspunkten die Kopplung richtig gewählt, so hängt die Lautstärke noch ab von der Empfindlichkeit der beiden letzten Glieder einer jeden Empfangseinrichtung, des Wellenanzeigers und des Fernhörers. Allgemeingültige Werte lassen sich daher nicht angeben. Elektrolytische und Kristalldetektoren z. B. erfordern beim unverstärkten Empfang mit Hörern von 2000 Ohm Widerstand, einer Stromempfindlichkeit von  $5 \cdot 10^{-6}$  Ampere und der Tonhöhe 1000 für noch eben hörbare Zeichen eine Empfangsleistung von etwa  $25 \cdot 10^{-10}$  Watt. Sind die Zeichen bei einem Empfangsstrom von  $10^{-6}$  Ampere noch eben aufzunehmen, so liefert der Strom  $4 \cdot 10^{-6}$  gut hörbare Zeichen.

Beim Empfang mit Verstärkern liegt die untere Grenze noch wesentlich tiefer. Anordnungen für unmittelbare Hochfrequenzverstärkung, die auf einer reinen Auslösewirkung beruhen, sollten überhaupt keine untere Grenze zeigen.

#### V. Der Überlagerungsempfang.

1. Wirkungsweise. Zur Erläuterung der Wirkungsweise diene Abb. 400. Über den Strom von der Periodenzahl  $\nu_1$  im Luftleiter *I* wird der Strom des abstimmbaren Schwingungskreises *III* von der Periodenzahl  $\nu_2$  gelagert.

Dadurch entstehen im Empfangskreis *II* Schwebungen (vgl. S. 181, Abbildung 188), deren Zahl

$$\nu_s = \pm(\nu_1 - \nu_2).$$

Jede Schwebung ist aus Hochfrequenzschwingungen zusammengesetzt. Auf sie spricht wegen ihrer hohen Periodenzahl  $\frac{\nu_1 + \nu_2}{2}$  ein Hörer im Empfangskreis *II* nicht unmittelbar an.

Die positiven oder die negativen Teile der Halbperioden der Schwebung müssen daher durch einen Gleichrichter (Kristalldetektor, Kathodenröhre) ausgeschieden werden, worauf man im Hörer einen Ton von der Höhe  $\nu_1 - \nu_2$  vernimmt. Sind Kreis *I* und *III* in Resonanz, d. h.  $\nu_1 = \nu_2$ , so verschwindet der Ton. Bei geringer Verstimmung beider Kreise dagegen hört man zunächst einen tiefen Ton, dessen Höhe mit wachsender Verstimmung zunimmt und der schließlich wieder verschwindet, wenn  $\nu_1 - \nu_2$  die Hörbarkeitsgrenze überschreitet.

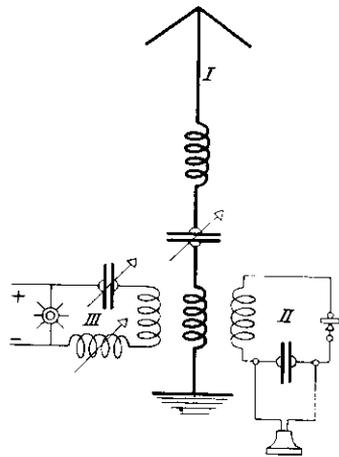


Abb. 400.

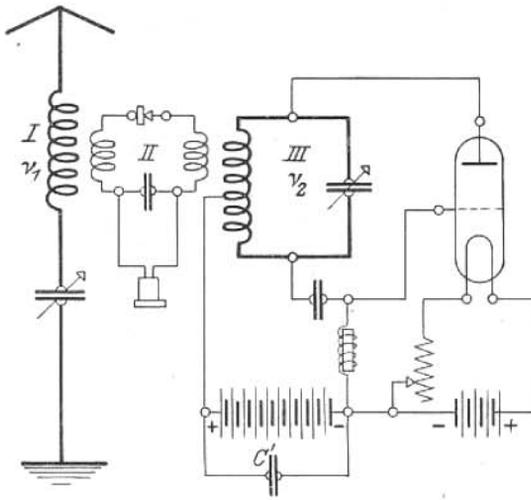


Abb. 401.

Schon bei sehr kleinen Änderungen einer der Periodenzahlen  $\nu_1$  und  $\nu_2$  entstehen sehr starke Änderungen des Schwebungstones

$$\nu_1 - \nu_2$$

Soll der Schwebungston nicht aus dem Bereich der für den Empfang ausnutzbaren Töne herausfallen, so dürfen z. B. die Schwankungen von  $\nu_2$  für Wellenlängen des Senders von  $10^4$ ,  $10^3$ ,  $10^2$  m nicht größer sein als 4%, 0,4%,

0,04%. Je kleiner sonach die Senderwelle ist, um so schwieriger wird es, den für den Empfang brauchbaren Ton einzustellen und einzuhalten.

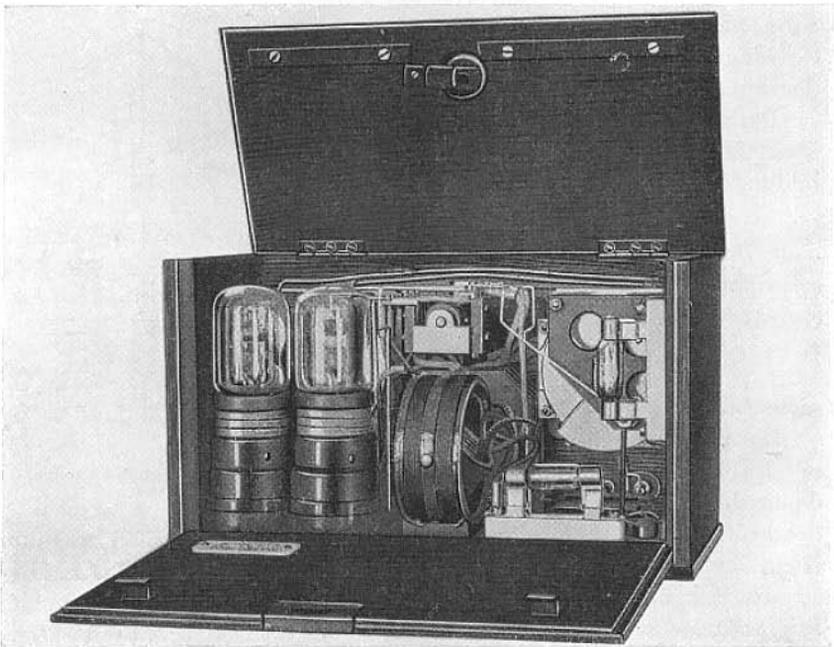


Abb. 402. Überlagerer. (Gesellsch. f. drahtl. Telegr. Berlin). Wellenbereich: 200 ÷ 2000 m. Größe: 170 × 280 × 160 mm

**2. Hilfsstromquellen.** Als Hilfskreis kann verwendet werden

1. der Schwingungskreis eines Lichtbogengenerators,
2. der Schwingungskreis einer Kathodenröhre,
3. die Eichhornsche Summerschaltung.

In der Anordnung Abb. 400, bei der als Hilfskreis der Schwingungskreis eines Lichtbogengenerators dient, wirkt Kreis III auf die Antenne ein.

Statt dessen kann man auch unmittelbar den Detektorkreis mit dem Hilfskreis koppeln, wodurch eine etwas größere Lautstärke erzielt wird.

In den neuen Überlagerungsempfängern ist als Hilfsstromquelle an Stelle des Lichtbogengenerators eine Kathodenröhre getreten, die gerade für diese Empfangsart durch die Gleichmäßigkeit ihrer Schwingungen und die Unveränderlichkeit der Wellenlängen ganz besondere Vorteile bietet.

Abb. 401 zeigt die Schaltung, Abb. 402 das Innere des Hilfskreises der mit zwei Röhren von der Größe der Verstärkerrohren (Abb. 364, S. 440) ausgerüstet ist. Die beiden Röhren, die durch Verbindung ihrer Anoden einerseits und ihrer Gitter andererseits nebeneinandergeschaltet sind, werden benötigt, um trotz der Kleinheit der Röhren auch sehr kurze Wellen erzeugen zu können. Die Schwingungszahl  $\nu_2$  des Hilfskreises kann mittels des Kondensators grobstufig verändert werden. Im Nebenschluß zu ihm liegt meist ein zweiter, in Abb. 401 nicht gezeichneter Kondensator von kleinerer Kapazität für die feinstufige Einstellung. Vielfach wird auch nur ein Kondensator verwendet, der dann mit einer besonderen Feinverstellung versehen ist, die nach Feststellung seines Drehknopfes durch einen zweiten, seitlich angebrachten Drehknopf betätigt wird (Abb. 404).

Während die Anordnungen Abb. 401 und 402 nur als Hilfskreis dienen und zum Empfang, ebenso wie bei der Schaltung Abb. 400, noch ein besonderer Wellenanzeiger erfordert wird, kann man die Schaltung auch so ausführen, daß die Röhren nicht nur als Stromquelle für den Hilfskreis, sondern gleichzeitig auch als Wellenanzeiger (Audion) dienen, wie in Abb. 403. Die zwei Röhren bieten hierbei noch den Vorzug, daß sie nicht nur das Einsetzen der Schwingungen bei kurzen Wellen erleichtern, sondern auch eine erhöhte Lautstärke für alle Wellen ergeben.

Auch beim Empfang von gedämpften Schwingungen, z. B. tönenden Zeichen kann ein Überlagerer mit Vorteil verwendet werden. Die Anordnung mit besonderem Detektorkreis (Kristalldetektor) liefert in diesem Fall zwar keinen Ton, wohl aber erhält man bei richtiger Einstellung der Heizstromstärke der Röhre eine beträchtliche Verstärkung, die der eines Dreiröhrenverstärkers gleichkommen

kann, wobei jedoch die Abstimmung zwischen Hilfskreis und der ankommenden Welle richtig gewählt sein muß.

Dagegen liefert die jetzt meist verwendete Schaltung Abb. 403, bei der die Röhre nicht nur als Schwingungserzeuger, sondern auch als Detektor arbeitet, auch bei gedämpften Schwingungen einen reinen Ton, wenn man etwas unter der Kopplung bleibt, bei der die Schwingungen gerade einsetzen.

Wird bei Überlagerungsempfang mit Röhren als Hilfsstromquelle ein Verstärker benutzt, so ist es vorteilhaft, getrennte Strom-

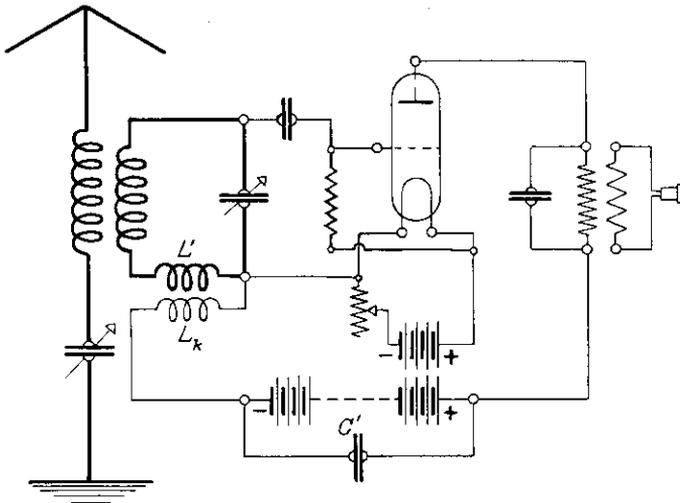


Abb. 403.

quellen für den Überlagerer und den Verstärker zu verwenden, um störenden Geräuschen vorzubeugen, die bei Benutzung einer gemeinsamen Stromquelle leicht entstehen.

Auch die Eichhornsche Summerschaltung, z. B. in Form eines Wellenmessers, kann als Überlagerer benutzt werden. Man erhält mit ihr sowohl bei der Aufnahme von ungedämpften als auch von gedämpften Schwingungen einen reinen Ton und gleichzeitig eine beträchtliche Verstärkung, wenn der Hilfskreis schwach gedämpft, die Kopplung und die Abstimmung zwischen Empfangskreis und Summerschaltung richtig gewählt ist.

**3. Die Vorzüge des Überlagerungsempfangs** liegen zunächst darin, daß man an der Empfangsstelle jeden beliebigen Ton und im besonderen die für das Telephon und den Aufnehmenden günstigste Tonhöhe einstellen und sich weiterhin von Störungen durch fremde Sender frei

machen kann. Zwar haben die Schwebungstöne, die durch Überlagerung entstehen, nicht die kennzeichnende Klangfarbe, die sie bei Löschfunkensendern durch die Art der Funkenerregung erhalten und die ermöglicht, die verschiedenen Senderstellen leicht zu erkennen. Infolge der starken Änderungen, die der Schwebungston schon bei äußerst kleinen Änderungen von  $\nu_2$  erfährt, erhält man aber dafür beim Schwebungsempfänger eine so hohe Selektivität, wie bei keinem anderen Empfänger.

Dadurch aber wird das ungestörte Arbeiten einer viel größeren Zahl von Sendern nebeneinander ermöglicht.

Für einen Wellenbereich von  $\nu_1 \div \nu'_1$ , entsprechend  $\lambda_1 \div \lambda'_1$  und einen höchsten, für den Empfang brauchbaren Schwebungston  $\nu_s$  ergibt sich die Zahl  $n$  der noch störungsfrei nebeneinander arbeitenden Sender, wenn deren Wellenlänge um  $\pm p\%$  schwankt, zu

$$n = \frac{\nu_1 - \nu'_1}{2 \cdot \left( \nu_s + \frac{p \cdot \nu}{100} \right)}, \quad \text{wo} \quad \nu = \frac{\nu_1 + \nu'_1}{2}.$$

Beispiel. a) Bei  $\nu_s = \pm 3000$  und  $p = 0\%$  ergibt sich für die Oktave von  $\lambda_1 = 300 \div \lambda'_1 = 600 \text{ m}$   $n = 83$ ;  $\lambda_1 = 1200 \div \lambda'_1 = 2400 \text{ m}$   $n = 21$ .

b) Bei  $\nu_s = \pm 3000$  und  $\lambda = 400 \div \lambda' = 1200$  wird für

$$\begin{array}{cccc} p = 0 & \pm 1 & 2 & 3\% \\ n = 83 & 31 & 19 & 14. \end{array}$$

Ein weiterer Vorzug besteht darin, daß ein Überlagerer zu der von dem Sender dem Empfänger zugeführten Leistung eine Zusatzleistung liefert, durch die, wie schon erwähnt, eine wesentliche Verstärkung zustande kommt.

Eine wichtige Anwendung findet

**4. Der Überlagerer als Hilfsmittel für Messungen.** Wellenlängen z. B. können mittels eines Überlagerers mit außerordentlicher Genauigkeit eingestellt oder gemessen werden. Vorzügliche Dienste leistet er bei der

Bestimmung von sehr kleinen Kapazitäten.

Ergänzt man die Schaltung Abb. 187, S. 180 in der Weise, daß man die Spule im Detektorkreis aus zwei Teilen herstellt, ordnet dieselben so an, daß der eine von Kreis *I*, der andere von Kreis *II* erregt wird und legt in den Detektorkreis noch eine dritte Spule, die von einem vierten Schwingungskreis, der die Kapazität  $C_t$  und die Selbstinduktion  $L_t$  enthält, mit der Tonfrequenz  $n_t$  erregt wird, so vernimmt man im Hörer einen Schwebungston, dessen Höhe

$$(\nu_1 \cdot \nu_2) - n_t = n_s.$$

Aus den Gleichungen

$$\nu_1 = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{C_1 \cdot L_1}}, \quad n_t = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{C_t \cdot L_t}}$$

folgt dann durch Differentiation:

$$\frac{dv_1}{dC_1} = \frac{1}{4\pi} \cdot C_1^{-3/2} \cdot L_1^{-1/2}, \quad \frac{dn_t}{dC_t} = \frac{1}{4\pi} \cdot C_t^{-3/2} \cdot L_t^{-1/2},$$

und hieraus:

$$\frac{dv_1}{v_1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{dC_1}{C_1}, \quad \frac{dn_t}{n_t} = \frac{1}{2} \cdot \frac{dC_t}{C_t}. \quad (264)$$

Diese Gleichungen liefern die folgenden, von Preuner und Pungs angegebenen Verfahren zur Messung sehr kleiner Kapazitäten:

a) Die unbekannte Kapazität  $C_x$  wird zu  $C_1$  in den Nebenschluß gelegt und auf Verschwinden des Tones, d. h.  $n_s = 0$  eingestellt. Darauf wird  $C_x$  ersetzt durch einen Drehkondensator  $C_n$  und durch Änderung von  $C_n$  wieder  $n_s = 0$  gemacht. Alsdann ist

$$C_x = C_n.$$

b)  $n_t$  wird so eingestellt, daß  $n_s = 0$ . Darauf wird  $C_x$  zu  $C_1$  geschaltet, wodurch sich  $v_1$  um  $dv_1$  ändert. Alsdann ändert man  $C_t$  so lange um  $dC_t$  und damit  $n_t$  um  $dn_t$ , bis wieder  $n_s = 0$ . Dann ist:

$$dv_1 = dn_t$$

und nach Gl. (264)

$$dC_1 = C_x = \frac{C_1}{C_t} \cdot \frac{n_t}{v_1} \cdot dC_t.$$

Hierbei entsprechen ganz kleinen Änderungen von  $C_1$  sehr große Änderungen von  $C_t$ .

Ein Bild von der Genauigkeit dieses Verfahrens, die von keinem anderen erreicht wird, gibt folgendes:

Beispiel: Für  $C_1 = C_t$ ,  $v_1 = 300\,000$  ( $\lambda = 1000$  m),  $n_t = 500$  wird:

$$dC_1 = \frac{1}{600} \cdot dC_t.$$

Eine Änderung von  $C_1$  um 1 cm würde eine Änderung von  $C_t$  um 600 cm nötig machen, wenn der Ton im Hörer wieder verschwinden soll.

Statt der Lichtbogengeneratoren in Abb. 187 benutzt man Kathodenstrahlenröhren und im besonderen für den vierten Kreis mit der Periodenzahl  $n_t$  die Anordnung Abb. 388, S. 467.

**5. Beispiel einer Ausführungsform.** Als Beispiel für die wichtigsten Schaltungen beim Empfang sei im folgenden etwas ausführlicher auf den Audion-Zusatzeempfänger und Überlagerer der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie eingegangen, der nicht nur eine sorgfältig durchgebildete Empfangseinrichtung darstellt, sondern auch ein vorzügliches Gerät zum Einarbeiten in die verschiedenen Empfangsschaltungen und deren Handhabung.

Sein Verwendungsgebiet erstreckt sich auf

1. Suchen von tönenden Zeichen;
2. Suchen von ungedämpften Wellen.

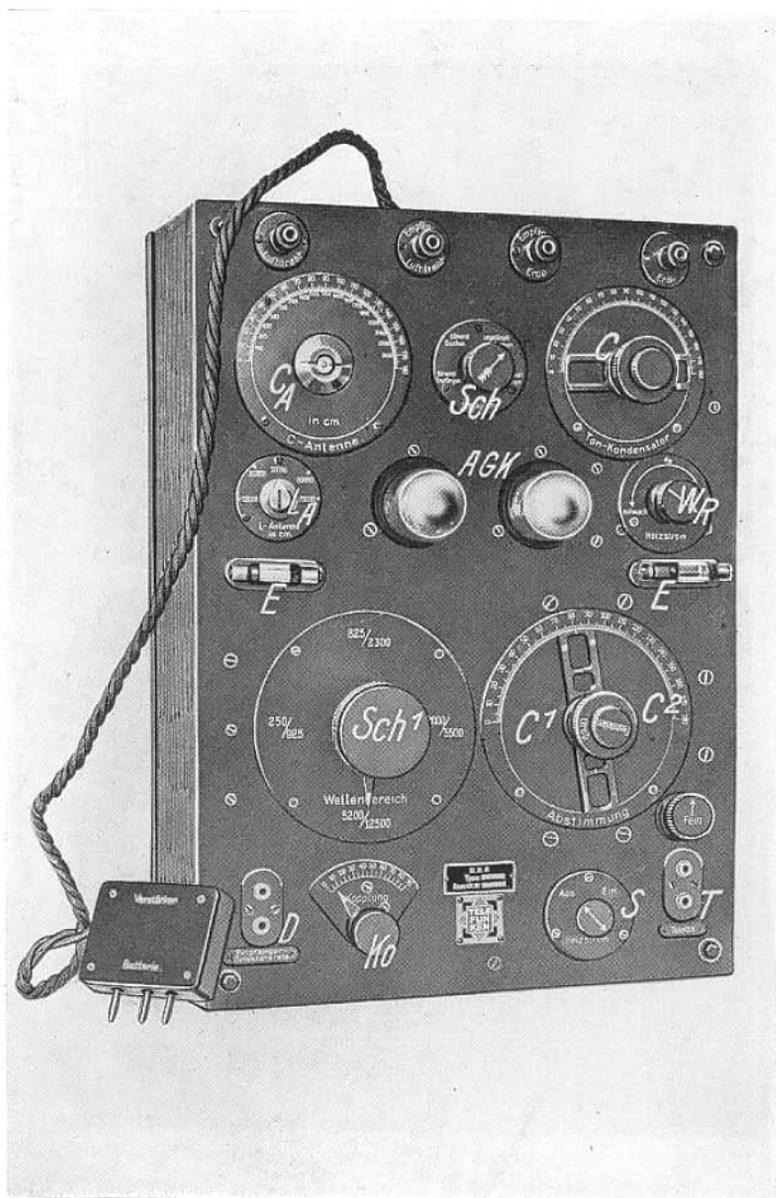


Abb. 404. Audion-Zusatzempfänger und Überlagerer. (Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, Berlin.)  
Wellenbereich: 250 ÷ 2500 m. Größe: 337 × 465 × 150 mm.

3. Aufnahme von tönenden Zeichen mit Zwischenkreis;
4. Aufnahme von ungedämpften Wellen mit Zwischenkreis;

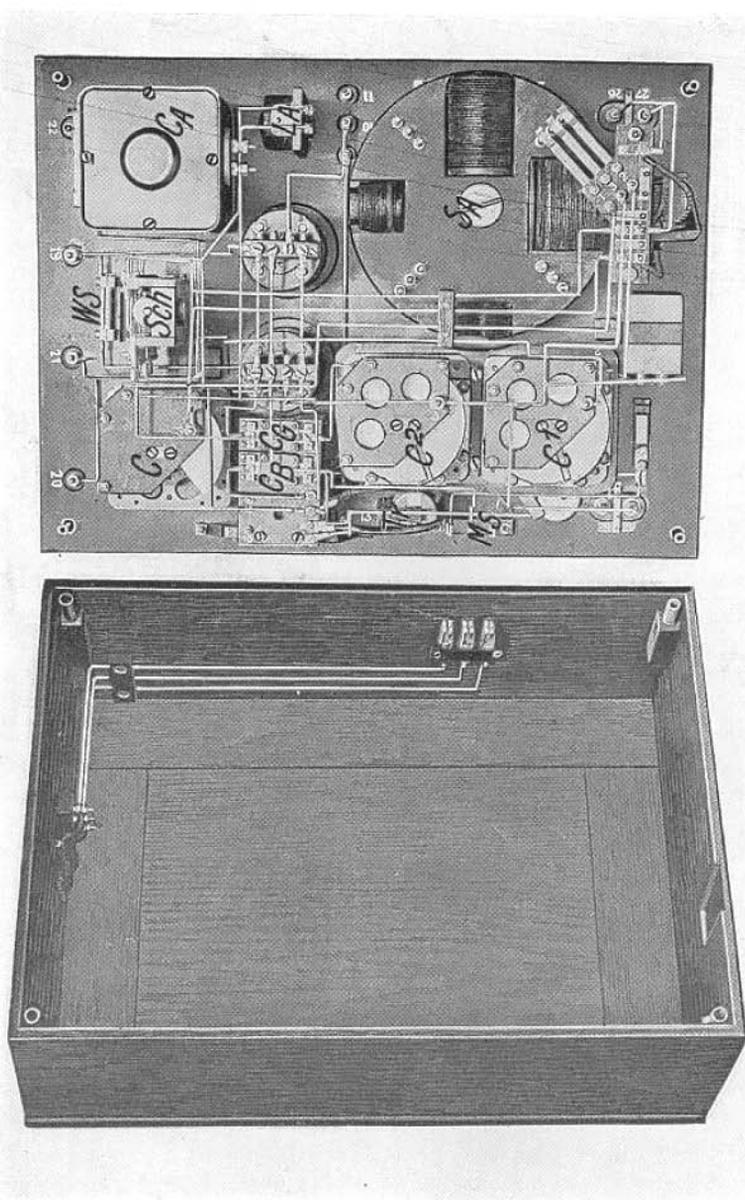


Abb. 405. Audion-Zusatzempfänger und Überlagerer, Innenansicht. (Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, Berlin.)

5. Überlagerungsempfang mit Kristalldetektor als Wellenanzeiger;  
 6. Hochfrequenzstromquelle für Meßzwecke.

Für die Zwecke 1 bis 4 dienen Kathodenröhren als Wellenanzeiger.

Beim Suchen (1 und 2) werden in der Antenne Abstimmittel benutzt, die in das Gerät selbst eingebaut sind.

Der Empfang mit Zwischenkreis und der Überlagerungsempfang (3—5) erfordert den Einbau besonderer Abstimmittel in die Antenne, die zu diesem Zweck an den Primärkreis eines vorhandenen, einfachen Hilfsempfängers angeschlossen wird.

Den Übergang von den Schaltungen 1 bis 4 vermittelt der Umschalter *Sch*, Abb. 403, nachdem die Antenne mit der äußeren Klemme links am oberen Rande des Gerätekastens (Abb. 404), die Erde mit der äußeren Klemme rechts und ferner die Antennenklemme des Hilfsempfängers mit der zweiten, seine Erdklemme mit der dritten Klemme am oberen Rande des Geräts verbunden ist.

Beim Suchen (1 und 2) liegt der Kreis der Kathodenröhren unmittelbar am Antennenkreis, eine besondere Kopplungsspule ist nicht erforderlich, während beim Empfang (3 und 4) dieser Kreis mit der Antenne rein induktiv mittels einer besonderen, in das Gerät nicht eingebauten Spule gekoppelt werden muß. Zu dem Zweck verbindet man die Buchsen *D* (Abb. 404) mit den Klemmen oder Buchsen des Hilfsempfängers, während dessen Blockkondensator und Buchsen für das Telephon kurzgeschlossen werden.

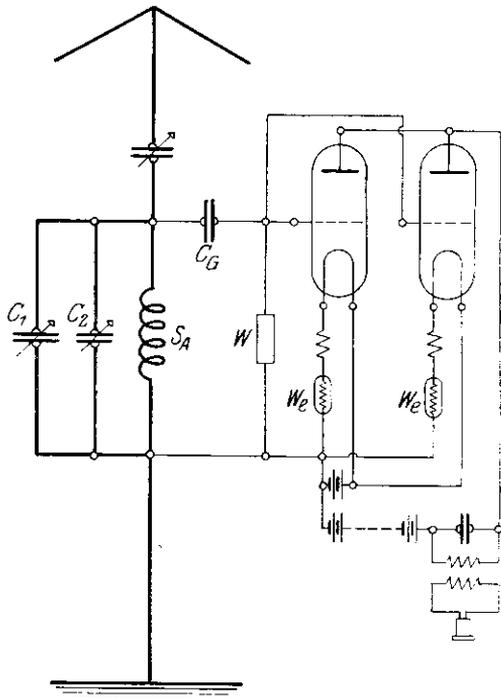


Abb. 406.

Im übrigen gilt, nachdem diese Schaltungen gemacht sind, für die Zwecke 1 bis 4 folgendes:

I. Suchen von tönenden Zeichen. *Sch* auf „tönend Suchen“. Dadurch entsteht das Schaltbild Abb. 406. Zur Abstimmung liegen in der Antenne die Spule  $S_A$  und die Drehkondensatoren  $C_1$  und  $C_2$  in Schwungradschaltung, ferner ein Verkürzungsdrehkondensator.  $S_A$  kann durch Drehen von *Sch*<sup>1</sup> (Abb. 404) in vier Stufen sprunghaft geändert werden. Zur feinstufigen Änderung dient  $C_2$  oder aber  $C_2$

fällt weg, wie in Abb. 404, und es wird  $C_1$  feinstufig geändert mit Hilfe des mit „Fein“ bezeichneten Knopfes rechts unten neben  $C_1$ , nachdem der Drehknopf von  $C_1$  festgestellt ist.

Die zwei Kathodenröhren sind nebeneinander geschaltet und ohne Rückkopplung über den Gitterkondensator mit  $S_A$  verbunden. Die Heizstromstärke kann durch einen vor beide Röhren gelegten Widerstand, der durch den Knopf  $W_R$  veränderbar ist, passend gewählt werden. Der Hörer wird mit den Buchsen  $T$  verbunden.

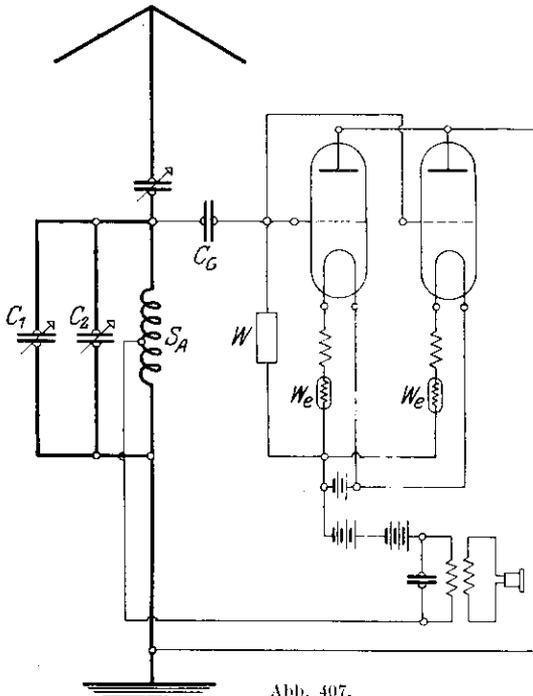


Abb. 407.

ist, passend gewählt werden. Der Hörer wird mit den Buchsen  $T$  verbunden.

Beim Suchen wird:

- a)  $Sch^1$  auf den kleinsten Wellenbereich eingestellt, mit  $C_1$  von  $0^\circ$  bis  $180^\circ$  durchgesucht und das Suchen mit den drei anderen Wellenbereichen wiederholt;
- b) mit Knopf „Fein“ auf größte Lautstärke eingestellt.

2. Suchen von ungedämpften Wellen.  $Sch$  auf „ungedämpft Suchen“. Dadurch entsteht die Schaltung

Abb. 407. Sie unterscheidet sich von der vorigen nur dadurch, daß die Röhren jetzt mit Rückkopplung an  $S_A$  angeschlossen sind.

- a) Das Suchen erfolgt wie unter 1.
  - b) Größte Lautstärke wird durch Feinverstellung von  $C_1$  und durch Änderung des Heizstromes mittels  $W_R$  herbeigeführt.
3. Empfang mit Zwischenkreis von tönenden Zeichen.
- a)  $Sch$  auf „tönend Empfangen“. Dadurch werden, wie Abb. 408 zeigt:
    - $\alpha$ ) die Abstimmittel des Primärkreises des Hilfsempfängers  $E$  in die Antenne,
    - $\beta$ )  $C_1, C_2, S_A$  in den Zwischenkreis verlegt und an diesen die aus  $C_A, L_A$  und  $C$  bestehende künstliche Antenne angeschlossen  $C_A$  und  $L_A$  sind vorher mittels Schalter  $Sch^1$  (Abb. 404)

an dem Gerät auf die Werte der Eigenkapazität und Eigenselbstinduktion der benutzten Antenne einzustellen.

Die künstliche Antenne und die Einstellung dieser Größen ist erforderlich, damit beim Umschalten von „Suchen“ auf „Empfangen“ der dadurch gebildete Zwischenkreis sofort wenigstens annähernd auf die gesuchte Welle abgestimmt ist.

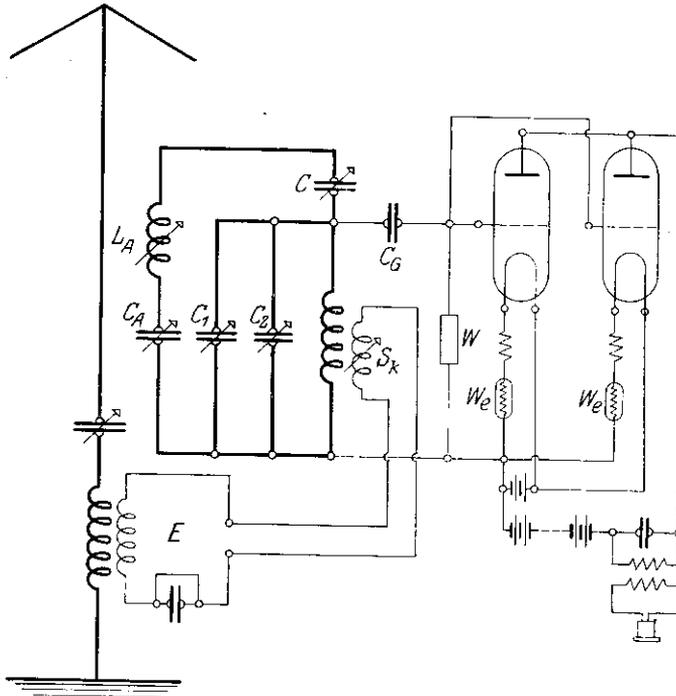


Abb. 408.

Der Zwischenkreis ist unter Vermittlung der in das Gerät eingebauten Kopplungsspule  $S_K$  und der mit dieser verbundenen Spule des Hilfsempfängers induktiv mit der Antenne gekoppelt. Die Kopplung läßt sich durch Drehen des Knopfes  $K_0$  (Abb. 404) verändern.

Die Röhren sind ohne Rückkopplung über den Gitterkondensator an die Spule  $S_A$  angeschlossen.

Die genaue Abstimmung erfordert nunmehr folgende Schritte:

- b)  $K_0$  auf  $45^\circ$  stellen;
- c) Antennenkreis des Hilfsempfängers abstimmen, worauf leiser Empfang eintritt;

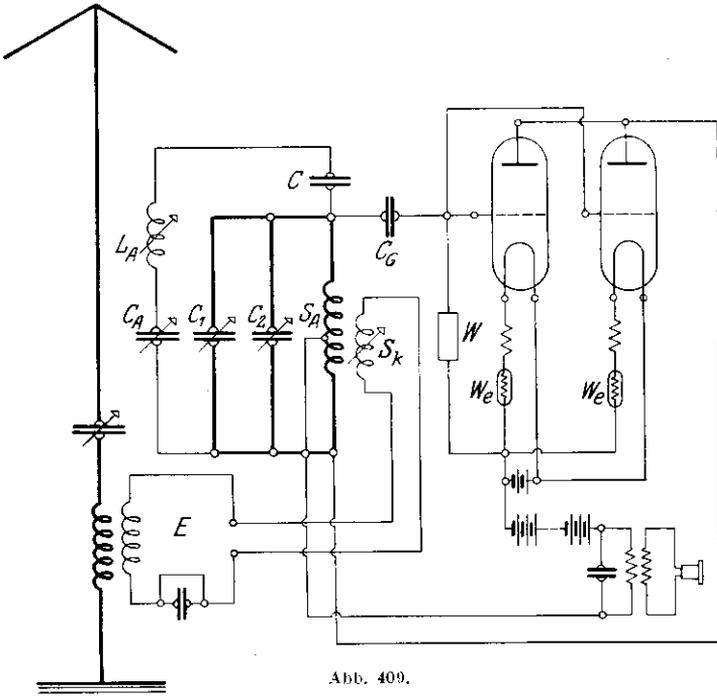


Abb. 409.

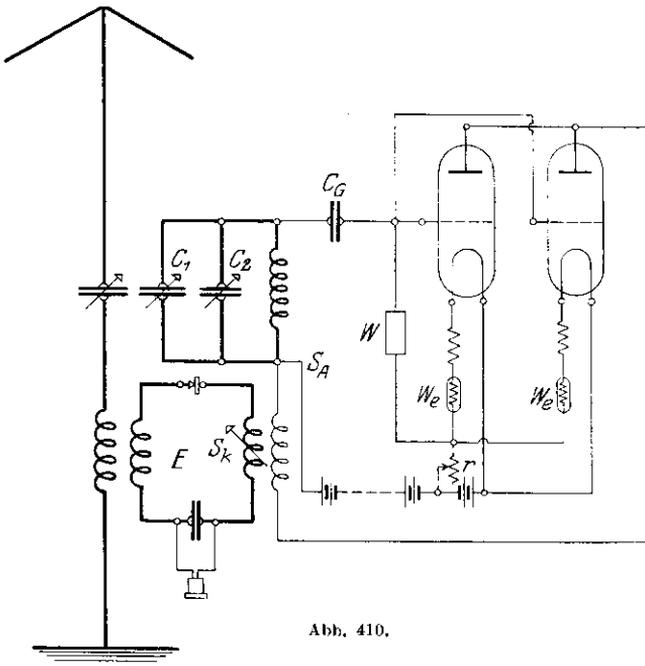


Abb. 410.

- d) Feinabstimmung mittels  $C$ ;
- e)  $K_0$  auf größte Lautstärke;
- f) Antennenkreis des Hilfsempfängers etwas nachstimmen.

4. Empfang mit Zwischenkreis von ungedämpften Schwingungen. a)  $Sch$  auf „ungedämpft Empfangen“. Die jetzt entstehende Schaltung (Abb. 409) unterscheidet sich von der vorigen nur dadurch, daß die Röhren mit Rückkopplung an  $S_A$  angeschlossen sind und nicht nur als Wellenanzeiger, sondern gleichzeitig auch als Hilfsstromquelle für die Überlagerungswelle dienen.

Die genaue Abstimmung erfordert die nämlichen Schritte wie vorher, nur wird zur Feinabstimmung unter d) neben  $C$  auch der Widerstand  $W_R$  im Heizstromkreis herangezogen und mit  $C$  die für den Empfang günstigste Tonhöhe eingestellt.

5. Überlagerungsempfang mit Kristalldetektor. Diese Empfangsart erfordert zunächst nach Abb. 410 folgende Abänderungen der früheren Verbindungen: Es werden

1. Antenne, Erde und Hilfsempfänger von den Klemmen 1 bis 4 abgenommen, die jetzt frei bleiben;
2. Antenne und Erde unmittelbar an den Primärkreis des Hilfsempfängers  $E$  gelegt;
3. Kristalldetektor und Hörer im Sekundärkreis des Hilfsempfängers eingeschaltet, und ferner wird
4. der Sekundärkreis des Hilfsempfängers mit der Kopplungsspule  $S_K$  des Geräts in Reihe geschaltet.

Zum Empfang wird:

- a) Schalter  $Sch$  (Abb. 404) auf „Überlagerung“ gestellt, wodurch das schon oben erwähnte Schaltbild Abb. 410 entsteht;
- b) Schalter  $Sch^1$  eingestellt auf den entsprechenden Wellenbereich;
- c) mit  $C_1$  grob und fein abgestimmt und günstigste Tonhöhe eingestellt;
- d) durch Änderung der Kopplung mittels  $K_0$  größte Lautstärke herbeigeführt.

6. Überlagerer als Hochfrequenzstromquelle. Hierfür kommen die Schaltungen Abb. 409 und 410 in Frage, bei denen die zwei Röhren als Schwingungserzeuger dienen.

6. Untersuchungen an Überlagerungsempfängern. Diese Untersuchungen lassen sich einteilen in Messungen mehr allgemeiner Art, die besonders über die günstigsten Betriebsbedingungen für die Zeichenaufnahme Aufschluß geben sollen, und in die Durcheinrichtung der einzelnen Teile eines für Empfangszwecke fertig zusammengestellten Überlagerungsgerätes.

a) Zu den Messungen der ersten Gruppe eignet sich am besten die Schaltung Abb. 401, bei der die Antenne durch einen geschlossenen Erregerkreis ersetzt wird, und zwar werden aufgenommen:

α) Die Kurven

$$i_2 = f(i_3) \quad \text{für} \quad i_1 = \text{const.}$$

für verschiedene Werte von  $i_1$ . Hierbei bedeuten  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$  die Ströme in den Kreisen I, II, III.

Die Kopplung zwischen II und III muß sehr lose und dementsprechend  $i_3$  hinreichend groß sein.

Dabei kann die Messung von  $i_2$  mit Galvanometer auch durch eine Lautstärkemessung ersetzt werden.

Die Kurven werden aufgenommen für verschiedene Arten von Kristalldetektoren und für Kathodenröhren, wobei im letzten Falle die Kurvenaufnahme erfolgt einmal während die Röhre als Wellenanzeiger in Kreis II gelegt ist und dann unter Wegfall von Kreis II mittels der Schaltung Abb. 403, in der die Röhre gleichzeitig als Hilfsstromquelle dient (Audionrückkopplungsschaltung).

Die Kurven steigen zunächst geradlinig an, biegen an einer Stelle um, die, wie Meißner gezeigt hat, mit dem Punkte größter Empfindlichkeit des Wellenanzeigers zusammenfällt und verlaufen darauf nahezu parallel der Abszissenachse.

Ferner sind aufzunehmen:

β) die Kurven

$$i_2 = f(i_1) \quad \text{für} \quad i_3 = \text{const.}$$

und verschiedene Werte von  $i_3$ .

An die Aufnahme dieser Kurven schließt man an die

γ) Untersuchung der Tonerhaltung, und zwar wenn:

1. Kreis I ein Tonfunkenreger, Kreis III ein Röhrensender;
2. Kreis I ein Röhrensender, Kreis III ein Summerreger.

Diese Untersuchungen zeigen, daß im Falle 1 der Ton erhalten bleibt beim Empfang mit Röhre:

- a) bei großem  $i_3$ ,
- b) bei Verstimmung zwischen Kreis I und III,
- c) bei nicht zu langen Wellen.

beim Empfang mit Kristalldetektor, wenn eine Hochfrequenzverstärker-röhre vorgeschaltet wird.

Fall 2 erledigt sich durch die Messung unter 1.

Einen weiteren Einblick in die Wirkungsweise eines Überlagerers liefert

δ) die Aufnahme der Zeitkurven mit der Braunschen Röhre oder bei kleinen Periodenzahlen mit dem Schleifenzillograph, wobei die Röhrenleistungen entsprechend hoch sein müssen.

b) Die Eichung der Kreise eines Überlagerungsempfängers erfolgt nach den S. 500 erläuterten Gesichtspunkten. Sie wird zweckmäßig

verbunden mit der Messung der Selektivität und bei Audionrückkopplungsempfängern der günstigsten Heizstromstärke und Kopplung.

## VI. Empfang mit der Rahmenantenne.

Eine Rahmenantenne besteht aus einer, meist rechteckigen Spule mit dem Selbstinduktionskoeffizienten  $L$ , die zur Abstimmung auf die ankommenden Wellen mit einem Drehkondensator  $C$  zu einem Schwingungskreis vereinigt ist.

Hat man die Spule so eingestellt, daß ihre Fläche senkrecht von den magnetischen Kraftlinien des Senders durchsetzt wird, d. h. ihre Ebene in die Richtung zum Sender fällt, so wird nach Gleichung 195, S. 331 der Scheitelwert  $E$  der in der Spule induzierten elektromotorischen Kraft

$$E = \omega \cdot F \cdot H_0 = 2 \cdot 3 \cdot 10^{10} \cdot \pi \cdot \frac{F \cdot H_0}{\lambda}$$

Sie erregt, wenn die Spule mittels des Drehkondensators auf die ankommende Welle  $\lambda = 2\pi \cdot \sqrt{C \cdot L}$  abgestimmt ist, einen Strom mit dem Scheitelwert

$$J_2 = \frac{\omega \cdot F \cdot H_0}{w}$$

Da dieser Strom nur klein ist, muß bei der Zeichenaufnahme ein Verstärker benutzt werden. Hierzu eignet sich am besten ein Hochfrequenzverstärker, dessen letzte Röhre gleichzeitig als Audion dient. Fast die gleiche Lautstärke wie ein Hochfrequenzverstärker liefert die Anordnung Abb. 411, in der  $V$  einen Niederfrequenzverstärker und  $\ddot{U}$  einen Überlagerer (Abb. 401 und 402) bedeutet. Hierbei erfordern jedoch Verstärker und Überlagerer getrennte Stromquellen, da die Verwendung einer gemeinsamen Stromquelle leicht zu Störungen führt, die sich in Geräuschen und Pfeifen im Hörer äußern, wie schon früher erläutert wurde.

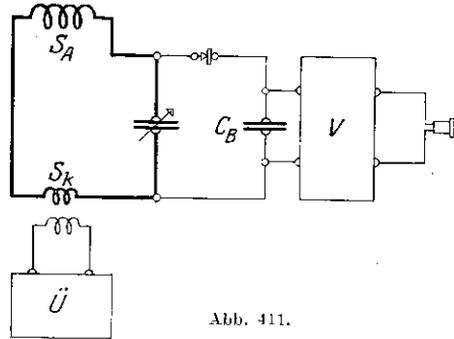


Abb. 411.

Auch in Verbindung mit der zuerst erwähnten Anordnung für Hochfrequenzverstärkung allein liefert der Überlagerer bei geringer Lautstärke und loser Kopplung mit der Rahmenantenne eine weitere, erhebliche Verstärkung und ergibt auch bei Tonsendern reine Töne.

Tönende Zeichen von größerer Lautstärke können auch aufgenommen werden, wenn man in Abb. 411 den Überlagerer  $\ddot{U}$  wegläßt.

Damit für die Abstimmung noch hinreichend Kapazität zur Verfügung steht, darf  $L$  einen gewissen Wert nicht überschreiten. Andererseits aber soll die Windungszahl der Spule groß sein, um großen Empfangs-

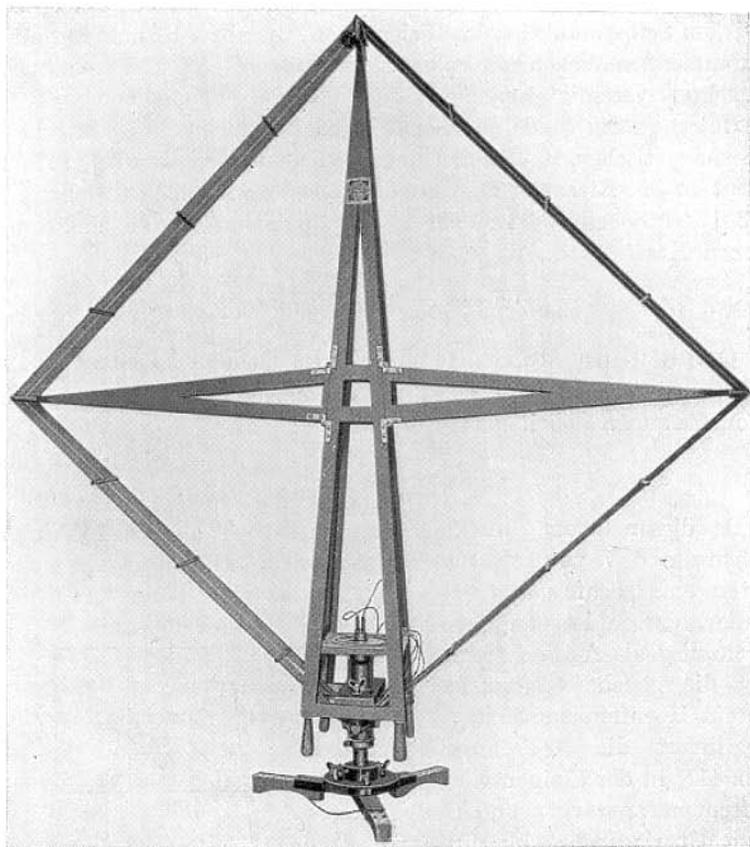


Abb. 412. Rahmenantenne. (Gesellschaft für drahtlose Telegraphie).  
Seitenlänge des Rahmens  $140 \div 225$  cm.

strom, d. h. große Lautstärke zu erzielen. Die Spule muß daher so gewickelt werden, daß ihr Selbstinduktionskoeffizient bei gegebener Windungszahl möglichst klein ausfällt. Für die üblichen Abmessungen von Rahmenantennen wird dies dadurch erreicht, daß man die Windungen mit einem gegenseitigen Abstand von etwa 0,5 cm aufbringt. Gleichzeitig ergibt sich dadurch eine kleine Eigenkapazität der Spule. Bei größerer Ganghöhe nimmt die Selbstinduktion nur noch wenig ab.

Eine weitere Verkleinerung der Eigenkapazität wird dadurch erreicht, daß man die Windungen derart über ein Holzkreuz führt, daß sie größtenteils frei in der Luft verlaufen. Abb. 412 stellt eine nach diesen Gesichtspunkten ausgeführten Rahmenantenne dar.

Ein wesentlicher Vorzug dieser Antennenform ist ihre einfache und billige Herstellung und ihr geringer Raumbedarf. Eine Rahmenantenne, zusammenklappbar ausgeführt, läßt sich in einer Aktenmappe unterbringen. Da die Strahlung einer geschlossenen Spule nur klein ist, können mehrere Rahmen nahe beieinander aufgestellt und zum gleichzeitigen Empfang verwendet werden, ohne sich zu beeinflussen. Durch Zuhilfenahme einer besonderen Antenne zum Senden ermöglicht die Rahmenantenne auch das Gegensprechen. Atmosphärische Störungen treten beim Rahmenempfang stark zurück, was sich zum Teil durch die geringe Kapazität des Rahmens gegenüber der Kapazität offener Luftleiter erklärt. Störungen durch fremde Sender können infolge der Richtfähigkeit des Rahmens verhindert oder wenigstens gemildert werden, wenn man ihm eine passende Lage gibt. Durch den Wegfall des Erdwiderstandes erhält man ferner eine sehr geringe Dämpfung. Richtig bemessener Abstand des Rahmens von der Erde und Aufhängen an seiner Spitze lassen den Einfluß der Erde völlig beseitigen.

## VII. Schreibempfang.

**1. Fritterempfänger.** Die letzte Entwicklungsstufe des Schreibempfängers mit Goldfritter, einem hochempfindlichen polarisierten Relais, das noch auf einen Strom von  $10^{-4}$  Ampere sicher anspricht, und Morse stellte, abgesehen von seiner Beeinflussung durch atmosphärische Störungen, ein recht brauchbares Empfangsgerät dar.

**2. Kristalldetektorschreiber.** Nach Einführung der Verstärker wurde der Fritter durch die zuverlässigeren Kristalldetektoren in der Schaltung Abb. 413 ersetzt, die sich aus leicht zu beschaffenden Teilen zusammensetzen und für die Aufnahme von gedämpften und ungedämpften Schwingungen verwenden läßt.

An den Verstärker  $V$ , früher ein Resonanzverstärker oder ein Brownscher Verstärker, jetzt ein Röhrenverstärker, ist die Reihenschaltung der Primärwicklung eines kleinen Transformators  $T$  und eines Hörers angeschlossen, an die Sekundärwicklung von  $T$ , als Gleichrichter ein Kristalldetektor mit dem Blockkondensator  $C$  von 0,1 bis 1 Mikrofarad, dessen Klemmen mit dem

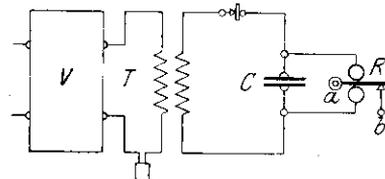


Abb. 413.

Ortsstromkreis des Schreibers verbunden sind. Das Telephon dient zum gleichzeitigen Hörempfang.

Die Untersuchung dieser Einrichtung erstreckt sich auf die Feststellung der günstigsten Wicklungsverhältnisse von  $T$ , der zweckmäßigsten Größe von  $C$  und des für sicheres Ansprechen erforderlichen Relaisstromes.

**3. Lichtschreiber (Abb. 414).** Das Bedürfnis nach erhöhter Wortzahl führte dann zum Bau von Lichtschreibern. Als Schreiber diente ein Fadengalvanometer, dessen stark vergrößertes Fadenbild, durch eine Zylinderlinse punktförmig zusammengedrängt, auf einen durch ein Uhrwerk bewegten Papierstreifen fällt, der ein Entwicklungsbad durch-

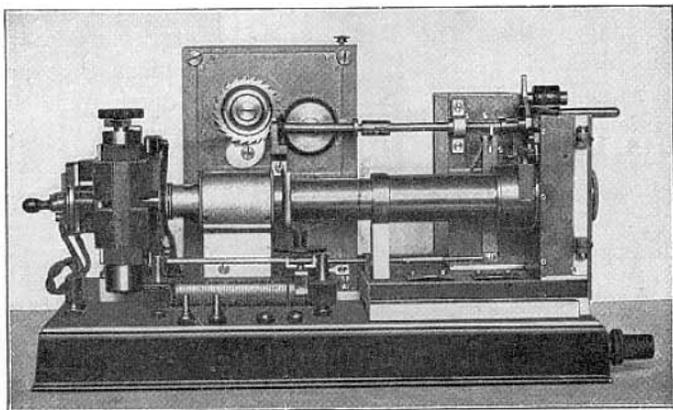


Abb. 414. Lichtschreiber (C. Lorenz A.-G., Berlin-Tempelhof).

läuft. Die hohe Empfindlichkeit erlaubt das Fadengalvanometer an Stelle des Hörers unmittelbar an eine Empfangseinrichtung anzuschließen, ein Relais ist unnötig.

**4. Schreiber mit Gleichrichterröhren.** Auch beim Schreibempfang hat die Verwendung von Kathodenröhren in Form von Ein- und Zweigitterröhren in Verbindung mit Verstärkern zu einer Lösung geführt, die selbst großen Ansprüchen an Betriebssicherheit und Wortzahl zu genügen vermag.

Abb. 415 stellt eine derartige Anordnung mit zwei Zweigitterröhren dar.

Die Hilfsspannung  $B$  der ersten Röhre muß so bemessen sein, daß im Ruhezustande, d. h. solange keine Zeichen ankommen, kein Strom durch Röhre  $I$  fließt, während der Widerstand  $R$  ( $1000 \div 10000$  Ohm) so zu wählen ist, daß ein durch Röhre  $I$  und damit auch durch  $R$  fließender Strom zwischen den Endpunkten von  $R$  und damit zwischen  $G'$  und der Kathode von  $II$  einen Spannungsunterschied erzeugt, der gerade

groß genug ist, um in Röhre *II* den Durchtritt von Elektronen durch *G'* zu sperren. Alsdann ist der Anodenkreis von *II* stromlos, solange Strom durch den Anodenkreis von *I* fließt. Die Spulen  $s_1$  und  $s_2$  des polarisierten Relais führen daher beim Empfang abwechselnd Strom, die eine immer den Zeichenstrom, die andere den Trennstrom für den zwischen *A* und *B* liegenden Schreibempfänger.

Die Heizströme und Anodenspannungen müssen so eingestellt werden, daß die Anodenströme in beiden Röhren gleich sind.

Die primäre Windungszahl des an Röhre *I* angeschlossenen Transformators beträgt 6000, die sekundäre 60 000.

Zwischen die Anode von *I* und  $s_1$  kann ein lautsprechendes Telefon gelegt werden.

Die Schaltung Abb. 415 läßt sich benutzen zum Betriebe von Morseschreibern, Typendruckern und Schnellschreibern und wird auch verwendet bei der Schnelltelegraphie mittels Hochfrequenzströmen auf Leitungen.

Sie kann wesentlich dadurch vereinfacht werden, daß man Röhre *II* wegläßt und an *R* die Reihenschaltung von  $s_2$  und einer Gleichstromquelle legt, deren Spannung die Spannung zwischen den Endpunkten von *R* zu kompensieren vermag.

Die Untersuchung erstreckt sich auf die Feststellung der Heizströme, der Anodenspannungen und der Hilfsspannung *B*, die nach den Erläuterungen S. 448 vorzunehmen ist, und des Widerstandes *R*.

## VIII. Messungen an Empfangseinrichtungen.

### 1. Eichung einer Empfangseinrichtung.

a) **Eichung des Luftleiters.** Zur Erregung der Antenne dient hierbei meist ein mit Summer betriebener Wellenmesser, der durch eine an der Erdungsstelle eingeschaltete Spule mit dem Luftleiter lose gekoppelt ist. Für Wellenlängen bis zum fünffachen Betrag der Eigenwelle des Luftleiters genügt eine Kopplungsspule, deren Selbstinduktion gleich der Hälfte der Eigenselbstinduktion der Antenne ist.

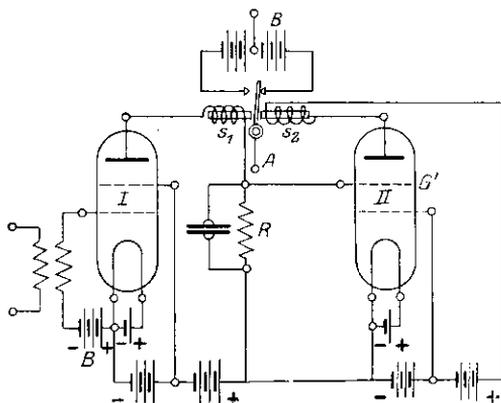


Abb. 415.

Aufzunchmen sind die Kurven:

$\alpha) \lambda = f(C)$  für  $L = \text{const.}$  und verschiedene Werte  $L, L', L'' \dots$

$\beta) \lambda = f(L)$  für  $C = \text{const.}$  und verschiedene Werte  $C, C', C'' \dots$

wo  $C$  und  $L$  die Kapazität und Selbstinduktion des in die Antenne eingeschalteten Kondensators bzw. der Spule (Abb. 394, S. 472) bedeuten.

Zur Festlegung eines Punktes einer solchen Eichkurve kann man entweder den Wellenmesser auf eine bestimmte Welle einstellen und darauf die Abstimmittel im Luftleiter so lange ändern, bis größte Lautstärke im Hörer des aperiodischen Kreises erreicht ist, oder man gibt  $C$  und  $L$  im Luftleiter bestimmte Werte und ändert alsdann die Einstellung des Wellenmessers, bis der Hörer die Resonanzlage erkennen läßt. Die gewonnenen Ergebnisse gelten nur dann, wenn der Sekundärkreis der Empfangseinrichtung geöffnet oder entfernt ist, da, wie schon S. 478 hervorgehoben wurde, die Werte von  $C$  und  $L$  von der Kopplung zwischen Antennen- und Sekundärkreis abhängen.

**b) Eichung des Sekundärkreises.** An die Eichung des Luftleiters schließt sich die Eichung des Sekundärkreises an, zu dem, wenn besonders scharfe Abstimmung gewünscht wird, noch ein Zwischenkreis treten kann. Die Durchmessung derartiger geschlossener Schwingungskreise zur Ermittlung ihrer Wellenlänge in Abhängigkeit von der jedesmaligen Einstellung  $\alpha$  des Drehkondensators erfolgt ebenfalls z. B. in der Eichhornschen Schaltung. Überlagerungsgeräte jedoch müssen mit ungedämpften Schwingungen geprüft werden, was z. B. bei den Schaltungen Abb. 409 und 410 in der Weise geschieht, daß man die Antenne durch den Schwingungskreis eines Röhrensenders ersetzt.

Auf Grund der erhaltenen Eichkurven

$$\lambda_x = \lambda_n = f(\alpha)$$

wird man zweckmäßig den Sekundärkreiskondensator für die verschiedenen Spulen mit Teilungen nach Wellenlängen versehen.

Eine wichtige Messung bei dieser Prüfung ist die Bestimmung der Selektivität (S. 504).

## 2. Messung der Empfangslautstärke.

Hierzu wurde seither allgemein das sog. Parallelwiderstandsverfahren benutzt, bei dem ein induktions- und kapazitätsfreier Widerstand  $w$  in den Nebenschluß zum Hörer gelegt und so lange verkleinert wird, bis beim Empfang Punkte und Striche noch gerade zu unterscheiden sind. Bedeutet  $w_w$  den Wechselstromwiderstand des Hörers, so geht alsdann von dem Gesamtstrom  $i$  nur der Teil

$$i_H = \frac{w}{w + w_w} \cdot i$$

durch das Telefon.

Als Maß für die Lautstärke dient die Hörbarkeit, die dargestellt ist durch den Quotienten:

$$\frac{w + w_w}{w} = \frac{i}{i_H}, \quad (265)$$

d. h. durch das Verhältnis der wirklichen Stromstärke zu der noch eben hörbaren.

Als Nebenschlüsse  $w$  eignen sich am besten Kreuzwiderstände. Die gewöhnlichen bifilar gewickelten Widerstände sind wegen ihrer Eigenkapazität für Messungen nach diesen Verfahren meist unbrauchbar.

Abb. 416 stellt einen nach diesen Gesichtspunkten ausgeführten Lautstärkemesser der Signal-Gesellschaft Kiel dar. Die Teilung trägt statt der Widerstandswerte unmittelbar die Lautstärken. Sie ist, da  $w_w$  abhängt vom Selbstinduktionskoeffizienten  $L$  und dem Ohmschen Wider-

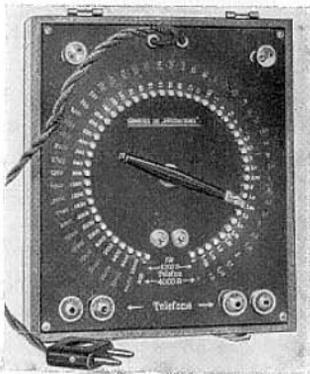


Abb. 416. Lautstärkemesser für Hörer mit 1000 u. 4000 Ohm Gleichstromwiderstand.  
Größe: 180 × 210 × 110 mm.

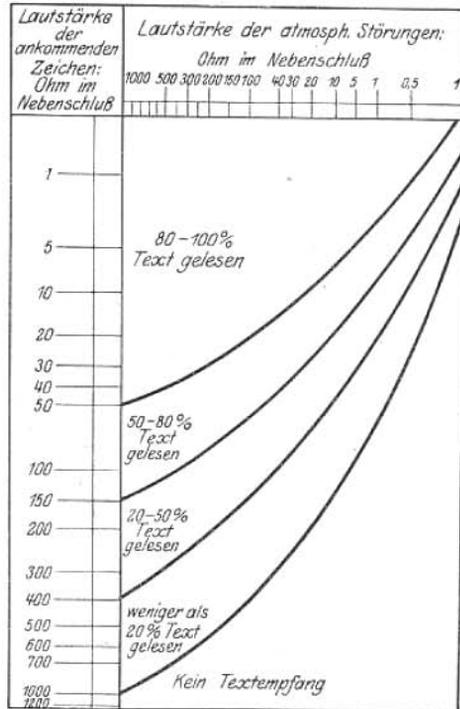


Abb. 417.

stand der Hörerwicklung, nur gültig für die beigegebene Hörerform.

Mittels der Schnur mit Stöpsel oder der beiden oberen Klemmen wird das Meßgerät mit der Empfangseinrichtung verbunden, während die am unteren Rande angebrachten Klemmen zum Anschließen der Telephone dienen.

Ein übersichtliches Bild der Abhängigkeit zwischen Güte der Nachrichtenaufnahme, Hörbarkeit und Stärke der atmosphärischen Störungen gibt die von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie entworfene Darstellung Abb. 417.

Das soeben geschilderte einfache Verfahren setzt voraus, daß sowohl die Schwingungsverhältnisse im Detektorkreis als auch der Niederfrequenzgesamtstrom durch die bei der Messung erforderlichen Änderungen von  $w$  ungeändert bleiben, d. h. die Spannung am Hörer sich nicht ändert. Auf den Hochfrequenzkreis ist der Hörer wegen seines hohen induktiven Widerstandes ohne Einfluß. Dagegen wird die Kapazität des Blockkondensators  $C_B$  (vgl. hierzu Abb. 418) durch die Nebeneinschaltung mit  $w$  vergrößert und dadurch Dämpfung und Kopplung mithin auch die Leistungsaufnahme des Detektorkreises  $I$  geändert. Diese Änderung wird um so geringer, je größer der Detektorwiderstand ist. Umgekehrt kann der kapazitive Widerstand von  $C_B$  für Niederfrequenz wegen seines hohen Betrages unberücksichtigt bleiben. Dagegen wird der ursprüngliche Widerstand zwischen  $a$  und  $b$  durch den Nebenschluß  $w$  verringert auf

$$\frac{w \cdot w_r}{w + w_r}$$

was eine weitere Änderung des Detektorstromes bedingt. Gleichzeitig ändert sich hiermit die Spannung am Detektor.

Eine erste Verbesserung läßt sich dadurch erreichen, daß man eine Drossel oder besser, wie in Abb. 418, einen zweiten Hörer  $H_2$  einschaltet, dessen hoher induktiver Widerstand sowohl die Änderung der scheinbaren Kapazität von  $C_B$  als auch die Änderungen des Niederfrequenzstromes mildert.  $H_2$  kann dann gleichzeitig zum weiteren Abhören der Zeichen während der Messung dienen.

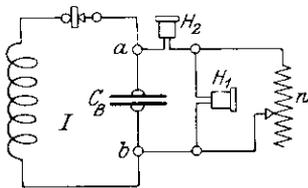


Abb. 418.

Noch bessere Ergebnisse erhält man mit der von Roux angegebenen Schaltung, bei der der Gesamtwiderstand  $w$  bis

auf einen kleinen veränderbaren Betrag dauernd zwischen  $a$  und  $b$  liegt. Der Hörer  $H_1$  wird zwischen einem Ende von  $w$  und einem auf  $w$  verschiebbaren Kontakt angeschlossen, d. h.  $w$  dient als Spannungsregler für den Hörer. Die Schaltung läßt sich ferner noch dadurch verbessern, daß man in Reihe mit  $H_1$  einen Hörer  $H_3$  legt (Abb. 419), der mit den Punkten  $c$  und  $d$  verbunden ist und somit einen Nebenschluß zu den ausgeschalteten Hunderten bildet. Bei der Messung bleibt alsdann, wie die Rechnung zeigt, der Gesamtwiderstand zwischen  $a$  und  $b$  innerhalb eines großen Bereichs ungeändert.

Auch hiermit sind jedoch die Fehler nicht beseitigt, die dadurch entstehen, daß nicht nur verschiedene, sondern auch der nämliche Beobachter die Reizschwelle verschieden beurteilen.

Diese und alle vorher erwähnten Schwierigkeiten fallen weg bei dem von Zenneck angegebenen Vertauschungsverfahren, das

gleichzeitig zur Messung der Empfangsstromstärke benutzt werden kann.

Hierbei wird zuerst die Hörbarkeit der mit der Antenne (Abb. 420) aufgenommenen Zeichen durch einen mit dem Meßkreis II verbundenen Hörbarkeitsmesser bestimmt. Darauf wird der Hörbarkeitsmesser durch einen Hilfskreis III erregt und entweder durch Änderung des Stromes im Hilfskreis oder durch Änderung der Kopplung zwischen Hilfskreis III und Meßkreis II wieder auf die Hörbarkeit der mit der Antenne aufgenommenen Zeichen eingestellt.

Aus den Bestimmungsstücken der einzelnen Kreise (Strom im Hilfskreis, Kopplung zwischen Hilfskreis und Meßkreis einerseits und Antenne und Meßkreis andererseits) läßt sich alsdann die Empfangsstrom-

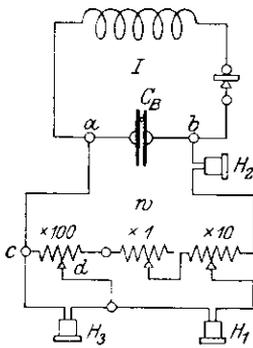


Abb. 419.

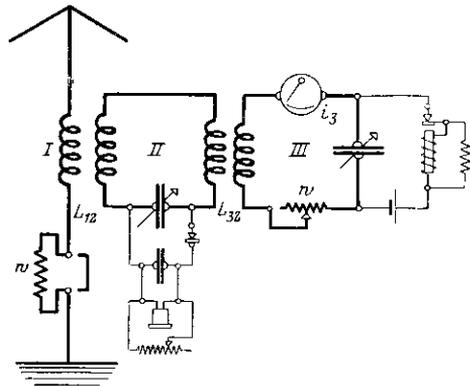


Abb. 420.

stärke im Luftleiter berechnen. Beim Aufbau der Versuchsanordnung ist folgendes zu beachten: Der Hilfskreis muß den nämlichen Schwingungsverlauf aufweisen, wie die Antenne, d. h. die in ihm erzeugten Schwingungen müssen dieselbe Wellenlänge, das nämliche Dekrement und die gleiche Gruppenfrequenz (Tonhöhe) haben, wie die Schwingungen des Luftleiters. Benutzt man zur Erregung des Hilfskreises die Eichhornsche Schaltung, so wird der Unterbrecher zweckmäßig über einen hohen Widerstand an einen Spannungsregler gelegt, um den Hochfrequenzstrom beliebig einstellen zu können.

Ob Antennenkreis und Hilfskreis gleiche Dekremente besitzen prüft man in der Weise, daß man entweder sowohl in die Antenne als auch in den Hilfskreis den gleichen Zusatzwiderstand  $w$  schaltet oder aber dadurch, daß man beide Kreise um den nämlichen Betrag verstimmt. War vor diesen Änderungen auf gleiche Hörbarkeit eingestellt, so muß sich für beide Kreise auch jetzt wieder gleiche Hörbarkeit ergeben, wenn die Dekremente der zwei Kreise einander gleich waren.

Sind die Dekremente gleich und stellt man durch Änderung der Kopplung oder des Stromes im Hilfskreis Antenne und Hilfskreis auf gleiche Hörbarkeit ein, so sind auch die Scheitelwerte des Stromes in der Antenne gleich den Scheitelwerten des Stromes im Hilfskreis und der Empfangsstrom kann aus dem Hilfsstrom und den Bestimmungsstücken der Anordnung berechnet werden, da

$$\begin{aligned} i_2 &= i_1 \cdot \omega \cdot L_{12}, & i_2 &= i_3 \cdot \omega \cdot L_{32}, \\ \text{mithin} & & i_1 &= i_3 \cdot \frac{L_{32}}{L_{12}}. \end{aligned} \quad (266)$$

Wesentlich einfacher wird die Messung beim Empfang von ungedämpften Schwingungen. Der Hilfskreis wird mit einer Senderöhre oder einem Lichtbogengenerator erregt und auf die Empfangswelle abgestimmt. Der Einfluß der Dämpfung fällt weg.

Vielfach hat man versucht, bei den Hörbarkeitsmessungen das Telefon durch ein Galvanometer zu ersetzen, was indessen nicht ohne weiteres zulässig ist. Denn die Galvanometerablesung ist bestimmt durch die Gleichstromkomponente des Detektorstromes, während die Lautstärke von der Raschheit abhängt, mit der der Kristalldetektor den Stromänderungen zu folgen vermag. Zwei Kristalldetektoren, mit denen man gleiche Galvanometerablenkungen erhält, können daher völlig (um mehrere 100%) verschiedene Lautstärken liefern, eine Erscheinung, auf die Zenneck hingewiesen hat und die seither nicht hinreichend berücksichtigt wurde. Dienen Kathodenröhren als Wellenanzeiger, so treten diese Unterschiede nicht auf.

### 3. Messung der Abstimmsschärfe und Selektivität.

a) Durch Verstimmen der Senderwelle. Zwei Sender  $S$  und  $S'$ , die sich in gleicher Entfernung von der Empfangsstelle befinden, senden mit gleicher Leistung und Tonhöhe, aber mit verschiedenen Wellenlängen. Durch Veränderung einer der Senderwellen wird ihr Unterschied so lange verkleinert, bis die zwei jetzt vorliegenden Wellen durch die eigene Abstimmung der Empfangsstelle gerade noch einwandfrei aufzunehmen sind, worauf

$$\varepsilon = \frac{\lambda_S - \lambda'_S}{\lambda_S}$$

den Grad der Verstimmung darstellt.

b) Durch Verstimmen des Empfängers. Man ändert die Abstimmung des Empfängers auf die Senderwelle  $\lambda$ , bis die Zeichen verschwinden. Tritt dies ein für die Einstellung der Welle  $\lambda'$  im Empfänger, so ist  $\frac{\lambda - \lambda'}{\lambda}$  die Abstimmsschärfe.

Zweckmäßig ist es, diese Messung dahin zu erweitern, daß man die Verstimmungen feststellt, die erforderlich sind, um  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{1}{10}$  usw. der erreichbaren größten Leistungsaufnahme im Empfänger zu erhalten, was sich durch Aufnahme einer Resonanzkurve erreichen läßt, aus der auch die Werte zur Berechnung der Selektivität entnommen werden können.

Wie schon S. 480 hervorgehoben wurde, ist die Abstimmsschärfe nicht von der Dämpfung der Empfangseinrichtung allein, sondern auch von der Dämpfung der Senderantenne und der von ihr aus gestrahlten Leistung abhängig. Den Versuchsergebnissen sind daher Angaben über diese Größen beizufügen.

#### 4. Messung der Empfangsströme.

Genauere Unterlagen zur Beurteilung der Güte einer Senderanlage als durch Ermittlung der Lautstärke gewinnt man durch unmittelbare Messung der Empfangsströme. Sie dient hauptsächlich auch zur Untersuchung der Einflüsse im Raume zwischen Sender- und Empfangsstellen an Hand der Gl. 201. Zu den Verlusten, die von der Beschaffenheit der Erdoberfläche abhängen und die z. B. über See viel geringer sind als über Land, die ferner durch Gebirge, Wälder, Flüsse und Städte verursacht werden, treten die Verluste in der Atmosphäre. Sie sind bedingt durch die Ionisierung, die wie ein trübes Medium wirkt, das kurze Wellen stärker absorbiert als lange. Da der Ionengehalt der Atmosphäre abhängig ist von der Witterung, ändern sich auch die Empfangsströme stark mit ihr.

Zur Untersuchung dieser zahlreichen, wechselnden Einflüsse sind ausgedehnte, über lange Zeiträume sich erstreckende Messungen nötig unter genau festgelegten Betriebsbedingungen des Senders. Sollen hierbei unregelmäßig auftretende Einflüsse ausgeschaltet werden, so empfiehlt es sich, die Messungen bei ruhiger Witterung und bei Tage auszuführen mit Sendern und Empfängern, die durch weite Wasserflächen getrennt sind.

Für die Messung der Empfangsströme kommen die verschiedenen Hilfsmittel zur Messung kleiner Ströme in Betracht, die früher ausführlich besprochen wurden, so daß an dieser Stelle die folgende Zusammenstellung genügt:

1. Thermoelemente, Thermogalvanometer, Bolometer, die wegen ihres kleinen Widerstandes unmittelbar in die Antenne geschaltet werden können.
2. Kristalldetektoren und Kathodenröhren, die bei jeder Messung einer sorgfältigen Nacheichung bedürfen und zur Messung sehr kleiner Ströme zweckmäßig mit einem Verstärker von bekanntem Verstärkungsgrad verbunden werden.

3. Die S. 330 erläuterten Verfahren zur Bestimmung der Strahlungsleistung unter Verwendung einer Rahmenantenne und das S. 502 besprochene Verfahren von Zenneck.

### 5. Zeitzeichen und Wetterberichte.

Für viele der vorher erwähnten Untersuchungen eignen sich die Zeitzeichen der Großstelle Nauen und des Eiffelturmes und die von ihnen täglich übermittelten Wetterberichte.

#### a) Zeitzeichen. $\alpha$ ) Nauen.

Geographische Lage:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Länge von Greenwich: } 12^{\circ} 35'. \\ \text{Nördliche Breite: } 52^{\circ} 39'. \end{array} \right.$   
 Wellenlänge:  $\lambda = 3900$  m.  
 Rufzeichen: p o z (· — — — · — — — — — · · ·)  
 Sendearart: Tonfunken.

12<sup>55</sup> mitteleuropäische Zeit nachmittags: Internationales Zeitzeichen:

Eine Reihe von „p“ (· · · —) zum Abstimmen, darauf m g z (— — — — — · · ·)

12<sup>57</sup> ÷ 1<sup>h</sup>: Internationales Zeitzeichen nach Abb. 421.

#### $\beta$ ) Eiffelturm.

Geographische Lage:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Länge von Greenwich: } 2^{\circ} 20' 13.5'' \\ \text{Nördliche Breite: } 48^{\circ} 50' 11''. \end{array} \right.$   
 Wellenlänge:  $\lambda = 2600$  m.  
 Rufzeichen: f l (· · — · · · — · · ·)  
 Sendearart: Tonfunken.

1. 10<sup>56</sup> mitteleuropäische Zeit vormittags: Internationales Zeitzeichen.

Abstimmzeichen.

10<sup>57</sup> ÷ 11<sup>h</sup>: Internationales Zeitzeichen nach Abb. 421.

2. 11<sup>29</sup> ÷ 11<sup>35</sup> vormittags: Astronomisches Zeitzeichen für Koinzidenzbeobachtungen, und zwar:

11<sup>29</sup> ÷ 11<sup>h</sup> 29<sup>m</sup> 45<sup>s</sup>: Anruf — — — — —

15<sup>s</sup> Ruhe.

11<sup>30</sup> ÷ 11<sup>35</sup>: 300 Punkte, von denen der 60., 120., 180. und 240. ausfällt.

3. 11<sup>43</sup> ÷ 11<sup>49</sup> vormittags: Französisches Zeitzeichen nach bestehender Anordnung, Abb. 422.

Das eigentliche Zeitzeichen wird dreimal gegeben und besteht aus je einem Punkt, der einsetzt genau um 11<sup>45</sup>, 11<sup>47</sup>, 11<sup>49</sup>.

4. 12<sup>29</sup> ÷ 12<sup>35</sup> nachts: Astronomisches Zeitzeichen (wie unter 2).

5. 12<sup>44</sup> ÷ 12<sup>51</sup> nachts: Französisches Zeitzeichen (wie unter 3).

b) Wetterberichte.

α) **Nauen.** Täglich zwei Wetterberichte mit Welle  $\lambda = 3900\text{ m}$  und Tonfunken für die Orte:

Borkum, Hamburg, Keitum, Swinemünde, Memel, Aachen, Danzig, Hannover, Berlin, Dresden, Breslau, Karlsruhe, Frankfurt a. M., München, Wien, deren Namen in Klartext gegeben werden.

Den Berichten geht voraus: eine Reihe „v“, dann „p o z“, „p o z“, „Wetterberichte“, Datum.

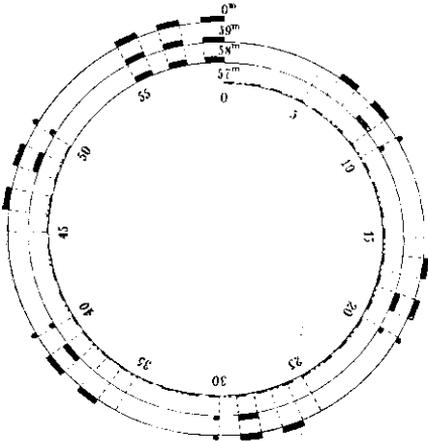


Abb. 421. Internationales Zeitzeichen.

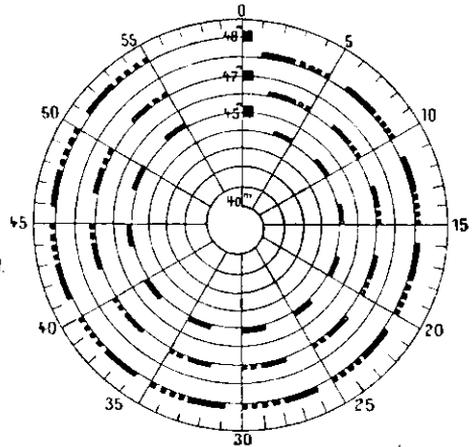


Abb. 422. Französisches Zeitzeichen.

1. Wetterbericht um 10<sup>h</sup> vormittags. (Beobachtung von 8<sup>h</sup> morgens.)

BBBWW SHTTC βAARR MMmm  $\left\{ \begin{array}{l} V \text{ für Inlandsorte} \\ G \text{ für Küstenorte.} \end{array} \right.$

In dem Berichte selbst werden die obenstehenden vier Buchstabengruppen durch vier Gruppen von je 5 Ziffern ersetzt, deren Bedeutung aus dem untenstehenden Schlüssel zu entnehmen ist.

2. Wetterbericht um 8<sup>30</sup> abends. (Beobachtung von 7<sup>h</sup> abends.)

BBBWW SHTTV

β) **Eiffelturm**<sup>1)</sup>. Täglich drei Wetterberichte mit Welle  $\lambda = 2600\text{ m}$  und Tonfunken für die im Schlüssel unter QQ aufgeführten Orte.

Jeder dieser drei Berichte besteht aus je zwei im folgenden mit a) und b) bezeichneten Teilen. Teil b) hat bei den drei Berichten die nämliche Form und enthält nur Wolkenzug und Windstärke in verschiedenen Höhen. Er wird dem ersten Teil angeschlossen, nachdem dieser zusammenhängend für die einzelnen Orte durchgegeben ist.

<sup>1)</sup> Für die Wetterberichte des Eiffelturmes gelten vom 1. November 1920 die S. 524 angegebenen Zeiten und Formen.

Den Berichten geht voraus:

„c q de fl meteo France“

Die einzelnen Ziffergruppen des Teiles a) werden durch das Zeichen „—“ getrennt.

1. Wetterbericht um 10<sup>45</sup> vormittags. (Beobachtung von 8<sup>h</sup> morgens.)

a) Q Q B B B W W S H T T C β A A R R M M m m  $\left\{ \begin{array}{l} V \\ G \end{array} \right.$

b) Q Q W<sub>1</sub><sup>2</sup> S<sub>1</sub> W<sub>2</sub><sup>2</sup> S<sub>2</sub> W<sub>3</sub><sup>2</sup> S<sub>3</sub> W<sub>4</sub><sup>2</sup> S<sub>4</sub> W<sub>5</sub><sup>2</sup> S<sub>5</sub> W<sub>6</sub><sup>2</sup> S<sub>6</sub>.

2. Wetterbericht um 5<sup>h</sup> nachmittags. (Beobachtung von 2<sup>h</sup> mittags.)

a) Q Q B B B W W S H T T V β A A

b) Q Q W<sub>1</sub><sup>2</sup> S<sub>1</sub> W<sub>2</sub><sup>2</sup> S<sub>2</sub> W<sub>3</sub><sup>2</sup> S<sub>3</sub> W<sub>4</sub><sup>2</sup> S<sub>4</sub> W<sub>5</sub><sup>2</sup> S<sub>5</sub> W<sub>6</sub><sup>2</sup> S<sub>6</sub>.

3. Wetterbericht um 3<sup>h</sup> nachts. (Beobachtung von 7<sup>h</sup> abends.)

a) Q Q B B B W W S H T T  $\left\{ \begin{array}{l} V \\ G \end{array} \right.$

b) Q Q W<sub>1</sub><sup>2</sup> S<sub>1</sub> W<sub>2</sub><sup>2</sup> S<sub>2</sub> W<sub>3</sub><sup>2</sup> S<sub>3</sub> W<sub>4</sub><sup>2</sup> S<sub>4</sub> W<sub>5</sub><sup>2</sup> S<sub>5</sub> W<sub>6</sub><sup>2</sup> S<sub>6</sub>.

γ) Schlüssel zu den Wetterfunksprüchen.

B B B = Luftdruck in  $\frac{1}{10}$  mm, nachdem 700 zugezählt ist (641 = 764,1).

WW	Richtung, aus der der Wind kommt	S	Windstärke	m.sec.	H	Bewölkung	
02	NNO	Bei steigendem Luftdruck. Bei fallendem Luftdruck wird 50 zu diesen Zahlen gezählt.	0	Windstille, sehr leiser		0 wolkenlos	
04	NO			Zug . . . . .	0 : 1	1 $\frac{1}{4}$ bedeckt	
06	ONO		1	leiser Zug . . . . .	1 : 2	2 $\frac{1}{2}$ bedeckt	
08	O		2	flaue Brise . . . . .	2 : 4	3 $\frac{3}{4}$ bedeckt	
10	OSO		3	leichte Brise . . . . .	4 : 6	4 bedeckt	
12	SO		4	mäßige Brise . . . . .	6 : 8	5 Regen	
14	SSO		5	frische Brise . . . . .	8 : 10	6 Schnee	
16	S		6	steife Brise . . . . .	10 : 12	7 Dunst	
18	SSW		7	harter Wind . . . . .	12 : 14	8 Nebel	
20	SW		8	stürmischer Wind . . . . .	14 : 16	9 Gewitter	
22	WSW		9	Sturm . . . . .	> 16		
24	W			Bei S > 9 wird 9 eingesetzt und die Windstärke am Schluß in Worten angegeben.			
26	WNW						
28	NW						
30	NNW						
32	N						

T T = Temperatur abgerundet in Celsiusgraden (03 = 3°).

Bei Temperaturen unter 0° ist 50 zugezählt (53 = -3°).

Die Abrundung findet stets nach dem näheren der ganzen Grade statt, bei fünf Zehnteln nach der höheren Temperatur hin. Um 0° herum wird durch 50 oder 00 unterschieden, ob die Temperatur einige Zehntel unter oder über 0° liegt.

Beispiele.

-14,5° ÷ 13,6° = 64    -0,5° ÷ -0,1° = 50    + 1,5° ÷ 2,4° = 02  
 - 2,5° ÷ 1,6° = 52    0,0° ÷ +0,4° = 00    + 2,5° ÷ 3,4° = 03  
 - 1,5° ÷ -0,6° = 51    | 0,5° ÷ +1,4° = 01    | 17,5° ÷ | 18,4° = 18

C	Zugrichtung der oberen Wolken	β	Verhalten des Luftdrucks
0	Wolken beobachtet, aber ohne merkbare Bewegung	0	beständig (ohne wesentliche Änderung oder nicht beobachtet)
1	Wolkenzug aus NO	1	unbeständig
2	„ „ O	2	stetig steigend
3	„ „ SO	3	„ fallend
4	„ „ S	4	zuerst fallend, dann steigend
5	„ „ SW	5	„ ohne wesentl. Änder., dann steigend
6	„ „ W	6	„ ohne wesentl. Änder., dann fallend
7	„ „ NW	7	„ fallend, dann ohne wesentl. Änder.
8	„ „ N	8	„ steigend, dann ohne wesentl. Änderung oder fallend
		9	Gewitternase.

A A - Änderung des Luftdrucks in den letzten 3 Stunden in  $\frac{1}{10}$  mm. 98 heißt: Änderung > 9,7 mm, 99: nicht beobachtet.

R R = die in den vergangenen 24 Stunden (von Morgen zu Morgen) gefallene Niederschlagshöhe.

00 = kein Niederschlag, 97 = weniger als 0,5 mm, 98 mehr als 96 mm. 99 = gefallen, aber nicht gemessen.

Falls Niederschläge von mehr als 96 mm gemessen sind, wird 98 gesetzt, und am Schluß die Niederschlagsmenge als Zusatz angegeben.

M M = höchste } Temperatur der vergangenen 24 Stunden. Bei negativen Temperaturen ist 50 zugezählt. Für die Abm m = niedrigste } rundung gilt das bei T T Gesagte.

V	Witterungsverlauf in den vergangenen 24 Stunden	G	Seegang	Wellenhöhe in m
0	vorwiegend heiter	0	vollkommen glatte See	0
1	ziemlich kühl	1	sehr ruhige See . . .	< 1
2	meist bewölkt	2	ruhige See . . . . .	1 : 2
3	Wetterleuchten (mehr als ein Blitz)	3	leicht bewegte See . . .	2 : 3
4	hauptsächl. vorm. Niederschläge	4	mäßig bewegte See . . .	3 ÷ 4
5	„ nachm. „	5	ziemlich unruhige See . .	4 : 5
6	„ nachts „	6	grobe unruhige See . . .	6 ÷ 7
7	Gewitter	7	hohe See . . . . .	8 : 9
8	Niederschläge in Schauern	8	sehr hohe See . . . . .	10 : 12
9	Anhaltende Niederschläge, Landregen	9	heftige Sturm-See . . .	> 12

Niederschlag in 24 Std. weniger als 0,5 mm mehr

QQ	Ort	QQ	Ort	QQ	Ort
01	Ile d'Aix	07	Dijon	15	Paris
02	Biarritz	08	Griz-Ney	16	Perpignon
03	Bordeaux	09	Limoges	17	St. Pierre Quiberon
04	Brüssel	11	St. Mathieu	18	Rennes
05	Cherbourg	12	Marseille	19	Straßburg
06	Clermont	14	Montpellier		

$W_1^2$  = Richtung, aus der der Wind in 500 m Höhe kommt.

$W_2^2$  = " " " " " " " " 1000 " " "

$W_3^2$  = " " " " " " " " 1500 " " "

$W_4^2$  = " " " " " " " " 2000 " " "

$W_5^2$  = " " " " " " " " 3000 " " "

$W_6^2$  = " " " " " " " " 4000 " " "

Die Richtungen werden durch Buchstaben dargestellt, und zwar bedeutet:

a = NNO, b = NO, c = ONO, d = O, e = OSO, f = SO, g = SSO,  
 h = S, i = SSW, j = SW, k = WSW, l = W, m = WNW, n = NW,  
 o = NNW, p = N.

$S_1^1$  = Windgeschwindigkeit in m/sec in 500 m Höhe

$S_2^1$  = " " " " " " " " 1000 " "

$S_3^1$  = " " " " " " " " 1500 " "

$S_4^1$  = " " " " " " " " 2000 " "

$S_5^1$  = " " " " " " " " 3000 " "

$S_6^1$  = " " " " " " " " 4000 " "

$S_1^1$  bis  $S_6^1$  werden durch Buchstaben dargestellt. Dabei bedeutet:

a = 0, b = 2, c = 4, d = 6, e = 8, f = 10, g = 12, h = 14,  
 i = 16, j = 18, k = 20, l = 22, m = 24, n = 26, o = 28, p = 30,  
 q = 32, r = 34, s = 36, t = 38, u = 40, v = 42, w = 44, x = fehlend.

1. Beispiel aus einem Wetterbericht von Nauen um 10<sup>h</sup> vormittags

Borkum 64172 34165 30400 19141

bedeutet:

Barometerstand = 764,1 mm, Windrichtung = Westsüdwest bei fallendem Luftdruck.

Windstärke = 3 (frische Brise), Bewölkung = bedeckt, Temperatur = 16° C, Zugrichtung der Wolken in 500 m Höhe = Südwest.

Luftdruck stetig fallend, Änderung des Luftdrucks in den letzten drei Stunden = 0,4 mm, kein Niederschlag.

Höchste Temperatur in den letzten 24 Stunden = 19° C, niedrigste Temperatur in den letzten 24 Stunden = 15° C, Witterungsverlauf in den letzten 24 Stunden = ziemlich kühl.

2. Beispiel aus einem Wetterbericht des Eiffelturmes um 10<sup>45</sup> vormittags.

a) 18 r 61700 r 04159 r 21001 r 2212 r

b) 18 n e l f k o a h x x x x

bedeutet:

a) Rennes. Barometerstand 761,7 mm, Windrichtung = Nord bei steigendem Luftdruck.

Windstärke = 0 (Windstille), Bewölkung = bedeckt, Temperatur = 15° C, Zugrichtung der oberen Wolken = nicht beobachtet.

Luftdruck stetig steigend, Änderung des Luftdrucks in den letzten 3 Stunden = 1 mm steigend, Niederschlagshöhe = 1 mm.

Höchste Temperatur in den letzten 24 Stunden = 22° C, niedrigste Temperatur in den letzten 24 Stunden = 13° C.

b) Rennes. Windrichtung in 500 m Höhe = Nordwest, Windstärke in 500 m = 8, Windrichtung in 1000 m Höhe = West, Windstärke in 1000 m = 10,

Windrichtung in 1500 m Höhe = Westsüdwest, Windstärke in 1500 m = 28.

Windrichtung in 2000 m Höhe = Nordnordost, Windstärke in 2000 m = 14, Windrichtung und Windstärke in 3000 und 4000 m nicht gemeldet.

Die Berichte der zahlreichen anderen Wetterfunkstellen sind zusammengestellt in der Schrift „Funk-Wetter. Liste und Schlüssel der Wetterfunksprüche und funkentelegraphische Zeitsignale“, die von der Deutschen Seewarte Hamburg bezogen werden kann.

## U. Die drahtlose Telephonie.

Nachdem die Mittel zur Erzeugung von hochfrequenten Wechselströmen gleichbleibender Scheitelwerte gefunden waren, konnte auch die Durchbildung radiotelegraphischer Telephoniesender in Angriff genommen werden. Hierbei waren zwei Wege gangbar, indem man:

a) durch Veränderung der Strahlungsleistung,

b) durch Veränderung der Wellenlänge

eine der Schwingungszahl des gesprochenen Lautes entsprechende Veränderung im Empfänger hervorruft. Bei allen Telephoniesendern wird diese Aufgabe durch Vermittlung einer Mikrophonanordnung gelöst. Die erforderlichen Maßnahmen sind verschieden, je nachdem die Wellenerzeugung mit Maschinen, Frequenzwandlern, Lichtbogengeneratoren oder mit Kathodenröhren erfolgt.

Bei Verwendung von Hochfrequenzmaschinen kann z. B. der Erregerstrom der Maschine im Rhythmus des gesprochenen Wortes verändert werden, während bei Benutzung von Frequenzwandlern nach Kühn die Magnetisierung des Wändlers und damit die Selbstinduktion des Sekundärkreises und die Wellenlänge durch den Strom in der Sekundärwicklung eines Mikrophontransformators verändert wird. Da diese Anordnungen, die umfangreiche maschinelle Anlagen erfordern, nur in Frage kommen, wenn große Leistungen zur Verfügung stehen,

soll im folgenden nur auf die Lichtbogen- und die Röhrensender eingegangen werden, die sich mit einfacheren Mitteln aufbauen lassen.

### I. Lichtbogensender für Telephonie.

Die elektrischen Verhältnisse der radiotelephonischen Übertragung werden bei Lichtbogensendern am übersichtlichsten, wenn man die Laute im Empfangstelephon durch rhythmische Änderung der ausgestrahlten Senderleistung bei gleichbleibender Wellenlänge hervorbringt. Damit läuft das radiotelephonische Problem darauf hinaus, durch die Mikrophone möglichst kräftige Leistungsschwankungen auf der Senderseite hervorzurufen. Unter der Annahme, daß die erregende E.-M.-K. im Luftleiter der Senderanlage konstant bleibt, wird obige Forderung am besten erfüllt sein, wenn das Mikrophon in der Lage ist, einen möglichst hohen Leistungsbetrag in sich aufzunehmen. Nach der von Seibt entwickelten Theorie muß jedoch für eine gute Fernwirkung die weitere Bedingung annähernd erfüllt sein, daß der gesamte Antennenwiderstand  $w_A$  ungefähr gleich dem des Mikrophones  $w_M$  ist. Dennach werden an das Mikrophon die beiden Forderungen gestellt, daß einmal sein Ohmscher Widerstand dem des Luftleiters angepaßt sein muß und zweitens, daß es die notwendigen hohen Stromstärken ohne Betriebsstörungen aufzunehmen imstande ist. Unter Beibehaltung der gebräuchlichen niederohmigen Körnermikrophone führen diese Überlegungen zunächst zu einer Schaltung, in der die Mikrophone im

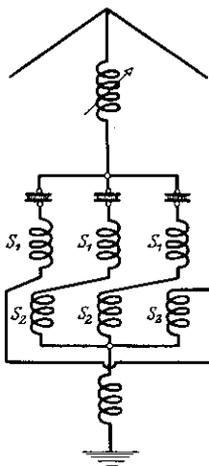


Abb. 423.

Nebenschluß zu einem Ohmschen oder induktiven Widerstande liegend, derart abgeglichen werden, daß der wirksame Ohmsche Widerstand dieser Vereinigung mit der Größenordnung des Strahlungswiderstandes  $w_A$  in den Senderkreis einght. Der Vorteil, der hierdurch erreicht wird, besteht darin, daß man die Stromstärke des Luftleiters steigern kann, ohne die Mikrophone unzulässig zu beanspruchen. Allein durch die Verstärkung des Grundstromes wird, wie aus der Theorie hervorgeht, erreicht, daß die auf der Empfangsseite wirksame Leistung zunimmt.

Die Beeinflussung des Antennenstromes muß jedoch bei diesen Anordnungen eine weit vollkommenere werden, wenn die Herstellung von Starkstrommikrophonen gelingt, die hohe Ströme auszuhalten in der Lage sind. Wenn auch viele Versuche nach dieser Richtung hin vorliegen, so ist eine endgültige Lösung jedoch noch nicht gefunden, da hier die Schwierigkeiten einer kräftigen Besprechung der Membrane zur Erzielung hinreichender Stromschwankungen

kungen, ohne Einbuße an der Klangfarbe zu erleiden, außerordentlich groß sind.

Aus diesem Grunde wurde bei der C. Lorenz A.-G. ein anderer Weg eingeschlagen, der zu einer Reihe von Schaltungen führte, mit denen unter Umgehung des Starkstrommikrophones diesem gleichwertige Ergebnisse erzielt wurden. Ausgehend von den bewährten Mikrofonen für schwache Ströme ist es offenbar dann möglich, große Leistungen wirksam zu beeinflussen, wenn die Nebeneinschaltung mehrerer Einzelmikrophone in der Weise gelingt, daß niemals ihre gleichmäßige Beanspruchung gestört wird. Ausführungsbeispiele für derartige radiotelephonische Senderschaltungen geben die Abb. 423 und 424 wieder. Die Wirkungsweise der ersteren Anordnung beruht auf dem Umstand, daß bei gleicher Belastung der Einzelteile durch entsprechenden Zusammenbau zweier einander geordneter Spulen  $S_1$  und  $S_2$  erreicht wird, daß ihre magnetisierenden Wirkungen sich aufheben. Sobald jedoch in einem der Zweige das Streben zu einer ungleichförmigen stärkeren Stromaufnahme vorhanden ist, tritt infolge der Rückwirkung der mit dieser Strombahn induktiv gekoppelten Spule eine Drosselwirkung ein, die jede unzulässige Beanspruchung verhindert. Die gleiche Wirkung wird mit der einfacheren und viel häufiger benutzten Schaltungsanordnung erzielt, die Abb. 424 wiedergibt. Hier ist es der Widerstand der eingeschalteten Kondensatoren  $C$ , der jede ungleichmäßige Stromaufnahme verhindert. Sie werden so bemessen, daß ihre kapazitiven Widerstände für einen mittleren Wert der Senderwelle ungefähr gleich dem Ohmschen Widerstand der Mikrophone sind.

Abb. 425 stellt eine nach diesem Gesichtspunkte ausgeführte Anordnung der C. Lorenz A.-G. dar. Das Mikrophon ist unmittelbar in den Luftleiter eingeschaltet. Der Widerstand  $w$  im Nebenschluß zum Mikrophon dient zur richtigen Einstellung des Mikrophonstromes  $i_M$ , der einen bestimmten Teil des gesamten Antennenstromes  $i_A$  betragen muß, um gute Verständigung zu erzielen.

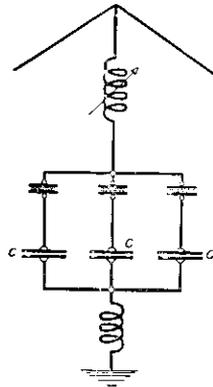


Abb. 424.

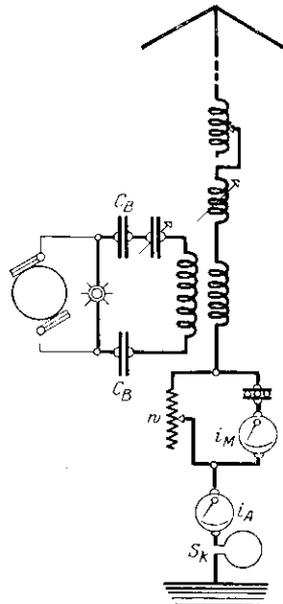


Abb. 425.

Statt die Mikrophone unmittelbar in die Antenne zu schalten, kann man sie auch unter Zuhilfenahme eines besonderen Transformators

oder Zwischenkreises mit dem Luftleiter koppeln. Besonders wirksam ist hierbei die Anordnung nach Abb. 426, wobei die Mikrophone derart zusammenzustellen sind, daß ihr gesamter wirksamer Widerstand  $w_M$  bezogen auf die Antenne gleich dem gesamten Widerstande  $w_A$  des Strahlgebildes ist, d. h.

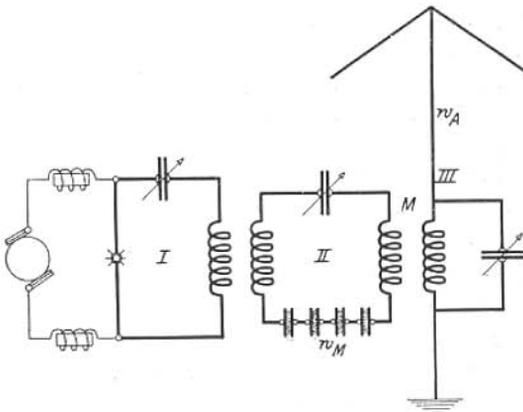


Abb. 426.

$$w_A^{\Omega} = \frac{(2\pi\nu)^2 \cdot M^2}{w_M}$$

$$= 3,553 \frac{M^2 \text{ cm}}{w_M \cdot \lambda^2 \text{ cm}}$$

In der Gleichung bedeutet  $M$  den Koeffizienten der gegenseitigen Induktion des Zwischenkreises mit dem Luftleiter. Hierbei ist bei passender Wahl der Bestimmungsstücke des Kreises II als Grenzfall die dargestellte Hintereinanderschaltung sämtlicher Mikrophone möglich.

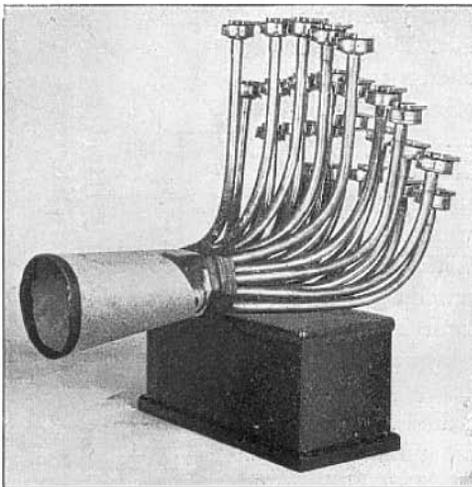


Abb. 427. Mikrophonsystem (C. Lorenz A.-G., Berlin).

Auf Grund aller dieser Schaltungen ist der Weg gewiesen, um große Leistungen durch die Mikrophone unter der Voraussetzung zu beeinflussen, daß die Stärke des Schalles ausreicht, die Membrane in lebhaft Schwingungen zu versetzen. Da die Stärke des gesprochenen Wortes jedoch nach oben hin begrenzt ist, darf die Zahl der Einzelmikrophone nicht beliebig vermehrt werden, sofern man stets die günstigste Widerstandsänderung erzielen will. Umfang-

reiche Mikrophanordnungen können deshalb nur unter Zwischenschaltung eines Lautverstärkers ausreichend beeinflußt werden, wobei zwei Wege möglich sind. Entweder wirkt ein Lautverstärker auf alle

Einzelmikrophone gemeinsam ein (Abb. 427) oder jedes Mikrophon wird für sich besonders besprochen.

Bei der neueren Schaltung der C. Lorenz A. G. werden in die Antenne die wenigen Windungen eines Hochfrequenztransformators geschaltet. An seine primäre, aus vielen Windungen bestehende Wicklung ist angeschlossen die Reihenschaltung eines einzelnen Mikrophons und der Mikrophonbatterie und ferner eine Gleichstromquelle zur Vormagnetisierung des aus dünnem Eisenblech oder Eisendraht hergestellten Transformator-kerns. Der Magnetisierungsstrom muß passend eingestellt werden. Statt dessen kann man auch die Primärwicklung in den Anodenkreis einer Senderröhre legen, deren Gitterkreis, etwa mittels der Anordnung Abb. 428, durch das Mikrophon beeinflußt wird, eine Anordnung, die sich sinngemäß auch bei Maschinensendern in Verbindung mit Frequenzwandlern verwenden läßt (vgl. S. 511). Der Hochfrequenztransformator fällt dann weg, und an seine Stelle tritt eine besondere, auf einem der Frequenzwandler angebrachte und in den Anodenkreis der Senderröhre geschaltete Wicklung. Auch hierbei genügt ein einzelnes Mikrophon.

## II. Röhrensender für Telephonie.

### 1. Aufbau und Betriebsbedingungen.

Auch für die drahtlose Telephonie können Röhrensender in den nämlichen Schaltungen wie die Lichtbogensender benutzt werden, bei denen die Änderung der Strahlungsleistung durch die Sprache in einem der Hauptschwingungskreise erfolgt (Abb. 425 und 426).

Zu einer anderen viel wirkungsvolleren und jetzt meist verwendeten Anordnung, bei der die Gitterspannung mit Hilfe des Mikrophons im Rhythmus der Sprache verändert wird, führen die Darlegungen über die Wirkungsweise der Röhrensender und Röhrenverstärker. Verbleibt man hierbei im geraden Teil der Kennlinie  $i_A = f(e_G)$ , so sind die Änderungen des Anodenstromes  $i_{At}$  proportional den Änderungen der Gitterwechselspannung  $e_{Gt}$  und die Sprache wird unverzerrt übertragen. Dazu kommt, daß bei dieser Anordnung wegen der geringen Stromstärken schon mit einem einzelnen Mikrophon sich hinreichend starke Änderungen der ausgestrahlten Leistungen erzielen lassen, womit alle Schwierigkeiten durch ungleichmäßige Belastung, die mit der Nebeneinanderschaltung der Mikrophone bei Lichtbogensendern verbunden sind, wegfallen.

In der von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie angegebenen Anordnung Abb. 428 liegt die Sekundärwicklung des eisen-geschlossenen Mikrophontransformators  $T$  mit sehr hoher Windungs-

zahl im Gitterkreis. Sie ist an beiden Enden durch eisenfreie Drosselspulen  $D$ ,  $D$  verlängert und durch einen Drehkondensator  $C$  von 200 bis

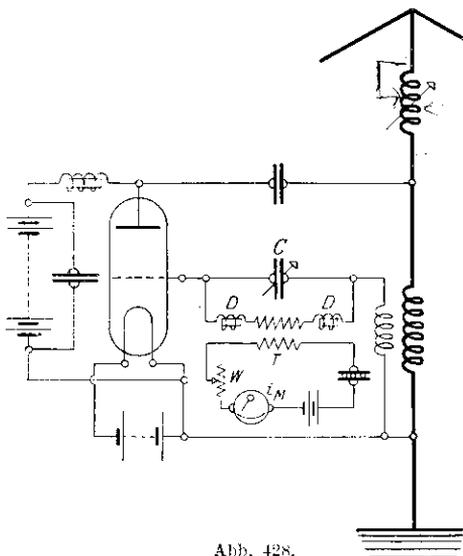


Abb. 428.

2000 em überbrückt. Er unterhält die Hochfrequenzströme im Gitterkreis, die die Steuerspannung zur Selbsterregung der Röhre liefern und die sonst durch die Sekundärwicklung von  $T$  abgedrosselt würden. Die Drosseln verhindern den Durchgang der Hochfrequenzströme durch die Eigenkapazität der Transformatorwicklung. Damit  $C$  nicht einen kapazitiven Nebenschluß für die niederfrequenten Sprechströme darstellt, darf seine Kapazität nicht zu groß sein. Ermittelt man die Abhängigkeit zwischen Antennenstrom  $i_A$  und  $C$ , so erhält man die Kurve Abb. 429. Die für die Übertragung günstigste Kapazität liegt bei Punkt  $A$ , wo die Stromstärke nur noch langsam ansteigt. Bei kleineren Kapazitäten wird die Sprache völlig entstellt, während bei größeren Werten von  $C$  die Lautstärke erheblich sinkt.

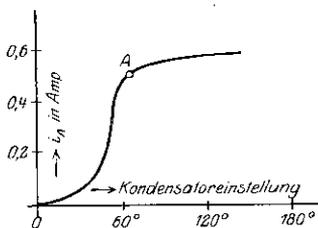


Abb. 429.

Sehr wesentlich für die Güte der Übertragung ist die richtige Wahl des Mikrofonstromes, der durch den Widerstand  $w$  sich verändern läßt. Von geringerem Einfluß dagegen ist die Anodenspannung. Selbst wenn sie beträchtlich unter der normalen Spannung für die Röhre liegt, tritt nur eine unwesentliche Abnahme der Lautstärke ein. Die Reinheit der Sprachübertragung ist jedoch an eine bestimmte untere Grenze der Anodenspannung gebunden.

Steht nur eine Antenne zur Verfügung, so muß sie beim Empfang auf die Empfangseinrichtung umgeschaltet werden, was ähnlich wie bei manchen Einrichtungen für Leitungstelephonie durch einen Druckknopf oder besser durch einen Umschalter bewirkt wird.

Zum gleichzeitigen Empfangen und Senden ist neben

der Senderantenne noch eine besondere Empfangsantenne erforderlich, die auf eine von der Senderwelle etwas verschiedene Welle abgestimmt wird.

Sehr gut eignet sich für diesen Zweck die Rahmenantenne.

## 2. Untersuchung eines Röhrensenders für Telephonie.

Nach den vorangehenden Darlegungen hat sich die Prüfung des Röhrensenders zu erstrecken auf:

a) die Aufnahme der Kurve

$$i_A = f(C) ;$$

b) die Feststellung der Reinheit der Sprache und der Lautstärke in Abhängigkeit von folgenden Größen:

1. Kapazität des Kondensators  $C$ ,
2. Mikrophonstrom  $i_M$ ,
3. Anodengleichspannung,
4. Antennenstrom  $i_A$ ,
5. Sekundärspannung des Transformators  $T$ ,
6. Gitterkopplung.

Als Maß für die Lautstärke dient die Sekundärspannung von  $T$ , die mit einem Röhrenspannungsmesser ermittelt wird, während vor dem Mikrophon eine Normalpfeife aufgestellt ist. Der Mikrophonstrom muß bei den Messungen mit Hilfe eines Spannungsteilers von möglichst kleinem Widerstand eingestellt werden, um jede schädliche Erhöhung des Widerstandes des Mikrophonkreises zu vermeiden.

Will man an Stelle der Pfeife Sprachlaute als Schallquelle benutzen, so ist es zweckmäßig, nicht einzelne Vokale in das Mikrophon zu rufen, sondern zusammenhängende Sätze, da die Vokale durch die Obertöne, aus denen sie zusammengesetzt sind, ganz verschiedene Lautstärken erhalten. Man gewinnt dann einen mittleren Wert für die Spannung.

## V. Richtungsbestimmungen.

Für Richtungsbestimmungen kommen hauptsächlich drei Anordnungen in Frage:

1. die Sternantenne,
2. der Richtungsfinder mit zwei gekreuzten Antennenpaaren,
3. die Rahmenantenne.

Da die Richtungsbestimmungen mit der Sternantenne, die sehr genaue Ergebnisse liefern, ein umfangreiches Luftleitergebilde erfordern, sind im folgenden nur die Messungen mit dem Richtungsfinder und der Rahmenantenne besprochen.

## I. Der Richtungsfinder mit zwei gekreuzten Antennenpaaren.

Dieser Richtungsfinder besteht aus zwei, mit ihren Achsen senkrecht zueinander angeordneten, festen Spulen  $aa'$  und  $bb'$  (Abb. 430), in deren Inneren eine drehbare Spule  $S$  sich befindet, die an einen aperiodischen Detektorkreis angeschlossen ist.

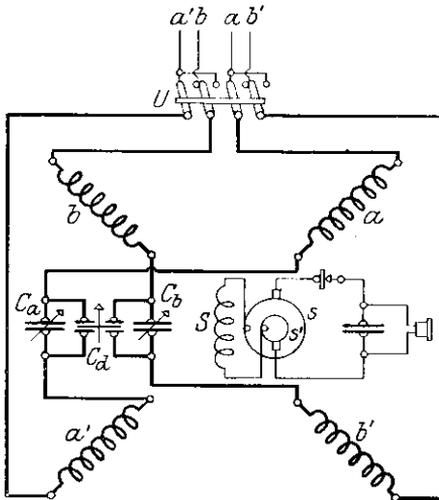


Abb. 430.

Werden die Enden der festen Spulen  $aa'$  und  $bb'$  mit zwei vollständig gleichen Antennenpaaren verbunden, deren Ebenen aufeinander senkrecht stehen und die beiden Antennenkreise mittels der Kondensatoren  $C_a$  und  $C_b$  auf die ankommende Welle abgestimmt, so erhält man größte Lautstärke im Hörer, wenn die Achse der beweglichen Kopplungsspule  $S$  mit der Richtung des Gesamtfeldes der festen Spulen zusammenfällt.

Weitere Einzelheiten sind im folgenden erläutert an dem Richtungsfinder von Seibt. Die zwei festen, zylindrischen Spulen sind übereinandergestellt, was den Vorteil bietet, daß auch Antennenpaare benutzt werden können, deren Winkel von  $90^\circ$  abweicht. Die zwei Drehkondensatoren, die zur Abstimmung auf die ankommenden Wellen dienen, sind mechanisch miteinander gekuppelt (s. Abb. 87, S. 80) und liegen, um Zweiwelligkeit zu vermeiden, nicht im Nebenschluß zu den festen Spulen, sondern sind in deren Mitte eingeschaltet. Zu sprunghaften Änderungen der Wellenlängen sind die zwei festen Spulen unterteilt. Sehr lange Wellen können aufgenommen werden, nachdem an jeden der Kondensatoren  $C_a$  und  $C_b$  je ein weiterer Kondensator mittels Buchsen angeschaltet ist. Nach dem Aufbau und Anschluß der Antennenpaare müssen die zwei Antennenkreise auf genau gleiche Eigenwellen abgestimmt werden. Dies wird erreicht einerseits durch eine kleine Zusatzspule in einem der Kreise, andererseits durch den Differenzkondensator  $C_d$ .

Letzterer besteht aus zwei festen Platten und einer drehbaren Platte. Die festen Platten sind in der aus Abb. 430 ersichtlichen Art mit  $C_a$  und  $C_b$  verbunden. Beim Drehen der beweglichen Platte wird die Kapazität

des einen der Kondensatoren  $C_a$ ,  $C_b$  vergrößert, die des andern verkleinert. Dadurch lassen sich nicht nur kleine Unterschiede in den Antennenkapazitäten, sondern auch Änderungen der Kapazitäten von  $C_a$  und  $C_b$ , die sich im Laufe der Zeit einstellen, bis zu  $\pm 8$  cm ausgleichen.

Weiter wird der Differenzkondensator benutzt, um das Tonminimum auf völlige Klangfreiheit einzustellen.

Die Kopplungsspule besteht aus zwei Einzelspulen mit gemeinsamer Drehachse, von denen jede sich in einer der beiden Zylinderspulen bewegt und ebenfalls unterteilt ist zur Anpassung an verschiedene Wellenlängen.

Die Richtung der ankommenden Wellen könnte nun dadurch gefunden werden, daß man die Kopplungsspule so lange dreht, bis größte Lautstärke im Hörer erreicht wird. Wesentlich genauere Ergebnisse erhält man, wenn man die zwei Lagen der beweglichen Spule ermittelt, in der sich geringste Lautstärke ergibt, da diese Stellungen viel schärfer begrenzt sind. Zu dem Zweck sucht man links und rechts vom Tonminimum zwei möglichst nahe bei ihm liegende Stellungen, für die man gleiche Lautstärke und Klangfarbe erhält und nimmt aus beiden Einstellungen das Mittel.

Wird bei diesen Messungen ein Lautverstärker benutzt, so ist zu beachten, daß durch ihn das Minimum stark abgeflacht werden kann, da er die geringen Lautstärken mehr verstärkt als große.

Das Tonminimum soll völlig klangfrei sein. Die Klangfreiheit tritt nicht ein, wenn entweder:

1. die Wechselfelder der beiden festen Spulen infolge kleiner Ungleichheiten in der Abstimmung der Antennenkreise eine Phasenverschiebung aufweisen und sich daher zu einem elliptischen Drehfeld zusammensetzen oder wenn

2. das Feld der ankommenden Welle bereits ein elliptisches Drehfeld ist, das durch die Vereinigung des Feldes der Senderwelle mit einer reflektierten Welle des gleichen Senders entstanden sein kann.

Im ersten Fall läßt sich die Ungleichheit der Antennenkreise und die Phasenverschiebung ihrer Felder mittels des Differenzkondensators beseitigen und dadurch völlige Klangfreiheit erreichen, während man im zweiten Fall auf Klangfreiheit verzichten muß.

Der Winkelbereich, in dem keine Zeichen zu hören sind, darf nur klein sein, damit durch das Drehen der Empfangsspule  $S$  die beiden Antennenkreise nicht verstimmt werden, was zu Fehlern bei der Richtungsbestimmung führt. Da der Grad dieser Verstimmung nur durch die Leistung bedingt ist, die der Detektor aufnehmen muß, um die Zeichen hörbar zu machen, nicht aber durch die Windungszahl von  $S$ , so können die Fehler, die durch die Rückwirkung des Detektorkreises auf das Gesamtfeld der festen Spulen entstehen, nur durch

Herabsetzung der dem Detektor zugeführten Leistung verkleinert werden, d. h. man muß möglichst empfindliche Detektoren oder aber Lautverstärker verwenden.

Kleine Ungleichheiten in der Abstimmung der zwei Antennenkreise lassen sich auch durch den Einbau der Zusatzspule nicht völlig vermeiden. Zur Beseitigung der Fehler, die dadurch entstehen, müssen die Verbindungen der Antennenpaare mit den zwei Spulen durch den Umschalter  $U$  derart vertauscht werden, daß die Ost-West-Antenne, die vorher an den Spulen  $bb'$  lag, mit den Spulen  $aa'$  und die Süd-Nord-Antenne mit den Spulen  $bb'$  verbunden wird. Die Ablesungen, die nach dem Umliegen von  $U$  erhalten werden, sind alsdann von  $90^\circ$  oder besser, um Minuszeichen zu vermeiden, von  $270^\circ$  abzuziehen und die so gewonnenen Werte mit den Ablesungen bei der ersten Stellung von  $U$  zu einem Mittelwert zu vereinigen.

Die Antennenpaare können die verschiedensten Formen erhalten. Um mit einem Mast auszukommen, wählt man am besten eine geschlossene oder offene Dreiecksfläche.

Am wenigsten geeignet ist, trotz ihres einfachen Aufbaues, die Erdantenne, da bei ihr sehr häufig sich nur unscharfe Einstellungen erzielen lassen.

Bei einer zweiten Form des Richtungsfinders von Seibt sind die beiden festen Spulen ineinandergesetzt, weshalb nur eine drehbare Spule nötig ist. Dieser Richtungsfinder erfordert zwei gekreuzte, geschlossene Luftleiter, etwa von der Form Abb. 267, S. 297. Zum Anschluß derselben an den Richtungsfinder sind an diesem acht in einer Reihe sitzende Klemmen vorgesehen. Die vier Klemmen links werden mit den Enden der wagerechten, die vier Klemmen rechts mit den Enden der hochgeführten Antennendrähte verbunden, nachdem die in Abb. 267 zwischen sie geschalteten Spulen entfernt sind. Mittels eines Umschalters können zur Änderung des Wellenbereichs in die geschlossenen Luftleiter Kondensatoren gelegt werden, die zu dem Zweck in das Gerät eingebaut sind.

## II. Richtungsbestimmung mit der Rahmenantenne.

Nach den Darlegungen über den Empfang mit der Rahmenantenne (S. 495) kann jede derartige Einrichtung auch als Richtungsfinder dienen, wenn man die Spule um eine senkrechte Achse drehbar macht und sie mit einem Teilkreis versieht und den Rahmen so lange dreht, bis größte Lautstärke erreicht ist. Seine Fläche fällt alsdann in die Richtung der ankommenden Wellen. Genauer wird die Messung, wenn man wieder auf Verschwinden der Zeichen einstellt, was bei vier Lagen eintritt. Je zwei derselben bilden je einen Winkel, deren Halbierende

zusammenfallen sollen und die gesuchte Richtung liefern. Diese Messungen gestalten sich zwar wesentlich einfacher als mit der vorherigen Anordnung, da nicht nur die erforderliche Abgleichung der zwei Antennenkreise, die große Sorgfalt erfordert, sondern auch die Umschaltung der Antennenpaare in Wegfall kommt, jedoch können starke Abweichungen entstehen durch Wände, Metallmassen u. dgl., da die Rahmenantenne nur einen kleinen Feldausschnitt umfaßt.

Fällt bei diesen Messungen die Halbierende z. B. in die Nord-Südrichtung, so kann der Sender entweder im Norden oder im Süden liegen. Seine Lage ist so nach noch nicht eindeutig gefunden.

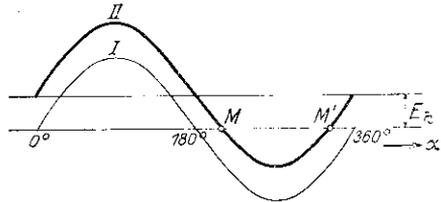


Abb. 431.

Eindeutig läßt sich die gesuchte Richtung nach Hoffmann finden, wenn man über die Schwingungen des Rahmens die Schwingungen einer gewöhnlichen, hochgeführten Hilfsantenne lagert, deren Stärke unabhängig von der Richtung der einfallenden Welle ist.

Stellen in Abb. 431 die Ordinaten der Sinuskurve I die Scheitelwerte der im Rahmen induzierten elektromotorischen Kraft  $E$  dar in Abhängigkeit von seinem Drehwinkel  $\alpha$  aus der Anfangslage, die senkrecht zur gesuchten Richtung angenommen ist, und ferner die Entfernung der Parallelen zur Abszissenachse von dieser die Erregung  $E_h$  durch die Hilfsantenne, so liefert die Kurve II die Scheitelwerte der gesamten elektromotorischen Kraft  $E + E_h$  in Abhängigkeit von  $\alpha$ . Die Schnittpunkte von II mit der Abszissenachse, die wieder die Stellung des Rahmens ergeben, für die  $E + E_h = 0$  ist, liegen jetzt näher zusammen und decken sich, wenn  $E = E_h$ , während für  $E_h > E$  Kurve II die Abszissenachse überhaupt nicht mehr schneidet. Ist  $E > E_h$ , so erhält man durch Aufsuchen der vier Lagen des Rahmens, für die die Zeichen unhörbar sind, zwei verschieden große Winkel  $\beta$  und  $\beta'$  (Abb. 432). Welcher der beiden Winkel zu halbieren ist, um die gesuchte Richtung zu finden, hängt vom Wicklungssinn des Rahmens ab und wird am einfachsten festgestellt durch Anzielen eines Senders, dessen Lage bekannt ist.

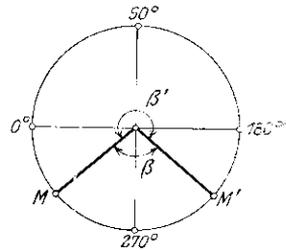


Abb. 432.

Meist ist die Wirkung der Hilfsantenne zu stark. In diesem Falle koppelt man sie induktiv ohne Abstimmung mit der Rahmenantenne oder man stimmt sie ab und wählt die Kopplung entsprechend lose. Zweckmäßig ist es, mit mehreren Werten von  $E_h$ , die durch Kopplungs-

änderung sich einstellen lassen, die Messung zu wiederholen und aus den Ergebnissen das Mittel zu nehmen.

Statt eine besondere Hilfsantenne zu verwenden genügt, besonders beim Empfang von kürzeren Wellen, häufig auch die Fläche des Rahmens, der dann an einer Stelle geerdet wird.

Für die Bestimmung des Ortes einer Empfangsstelle setzt man zwei um eine gemeinsame Achse drehbare Rahmen ineinander. Der eine Rahmen wird nun auf einen, der andere auf einen zweiten Sender eingeezelt. An zwei mit den Rahmen verbundenen Zeigern können alsdann die Winkel einerseits der Verbindungslinien des gesuchten Ortes mit den Sendern und andererseits der Verbindungslinie der zwei Sender abgelesen werden, worauf die Lage der Empfangsstelle aus der bekannten Lage der zwei Sender sich ermitteln läßt.

### III. Fehlerquellen.

Zu den schon erwähnten Fehlerquellen, die sich bei richtigem Aufbau und richtiger Handhabung der Meßgeräte vermeiden lassen, kommen noch eine Reihe weiterer hinzu, deren Ursachen außerhalb der Empfangsstelle im Raume zwischen Sender und Meßstelle zu suchen sind.

Sie äußern sich entweder in gleichbleibenden Abweichungen von der bekannten Richtung einer Peilsenderstelle oder aber dadurch, daß sich bei Messungen, die in verhältnismäßig kurz aufeinanderfolgenden Zeiten ausgeführt sind, ganz verschiedene Richtungen für die ankommenden Wellen ergeben oder endlich dadurch, daß das Tonminimum völlig unseharf wird.

Die erstgenannten Abweichungen sind gewöhnlich zurückzuführen auf die Bodenverhältnisse, auf Flußläufe, Städte und Wälder, die die Wellenausbreitung beeinflussen. Sie müssen nach dem Aufbau eines ortsfesten Richtungsfinders vor den endgültigen Messungen durch Anzielen eines Senders von bekannter Lage festgestellt werden.

Die Ursachen der Unterschiede in den Ergebnissen von kurz nacheinander ausgeführten Messungen sind noch nicht völlig geklärt. Sie sind wohl in Spiegelungen der Wellen an Ionenbänken im Raume zwischen Sender und Empfänger zu suchen.

Bei Tage beobachtet man diese Schwankungen nur selten, sie treten meist nachts und hauptsächlich zur Zeit der Dämmerung kurz vor Sonnenaufgang und Sonnenuntergang, ferner auch in mond hellen Nächten ein. Bei ruhiger, gleichmäßiger Witterung sind sie gering, bei stürmischem Wetter und schnellen Witterungsumschlägen dagegen sehr groß. Eine gleichmäßige Schneedecke über der Erde bringt sie fast ganz zum Verschwinden.

## Nachtrag zu S. 62 (Frequenzwandler).

Das S. 57 geschilderte Verfahren zur Frequenzsteigerung erfordert wenigstens zwei Transformatoren und ferner eine besondere Gleichstrommagnetisierung, die jedoch wegfallen kann, wenn man den Transformator-kernen verschiedene Querschnitte gibt. Eine neues, von K. Schmidt bei der C. Lorenz A.-G. durchgebildetes Verfahren erzielt die Frequenzsteigerung mit nur einem Transformator und ohne Gleichstrommagnetisierung.

Es beruht auf der Erscheinung, daß die Spannungskurve der Bewicklung eines Eisenringes im Grenzfall in positive und negative, rasch ansteigende Spitzen übergeht, wenn in der Wicklung ein sinusförmiger Wechselstrom fließt, der so bemessen ist, daß das Eisen hoch gesättigt wird. Diese Kurve läßt sich alsdann zerlegen in eine Grundwelle und zahlreiche, ungeradzahlige Oberwellen.

Der Eisenring trägt nur eine einzige Wicklung, an die unter Zwischenschaltung eines Kondensators die Wechselstromquelle angeschlossen wird. Bei passend gewählter Kapazität erhält man dann großen Maschinenstrom und hohe Eisensättigung. Die Spannung wird so hoch getrieben, daß die Kipperscheinung eintritt. An der Wicklung liegt ferner die Reihenschaltung einer Spule und eines zweiten Kondensators, mit dem der so gebildete Schwingungskreis auf die für den Betrieb gewünschte Oberwelle abgestimmt wird und der mit einem dritten Hochfrequenzkreis, z. B. einer Antenne, induktiv gekoppelt ist.

An einem Schwingungsprüfer erscheint alsdann das gleiche Bild wie bei Lichtbogeneneratoren.

Mit einer Wechselstrommaschine, die bei 2 Kilowatt einen Wechselstrom von 8000 Perioden lieferte, ergab sich unschwer mit einer Kapazität von 2000 cm im zweiten Kreis eine Periodenzahl von 296 000, entsprechend einer Wellenlänge von 1015 m, d. h. unmittelbar das 37fache der Grundschwingung und in dem induktiv gekoppelten Verbrauchskreis eine Stromstärke von 10 Ampere. Legt man den Transformator unter Zwischenschaltung eines Abstimmkondensators an einen zweiten Transformator, so konnte bei gutem Wirkungsgrad die Frequenz auf das  $21 \times 21$ fache der Grundfrequenz gesteigert werden.

---

## Nachtrag zu S. 507.

Wetterberichte des Eiffelturmes seit 1. November 1920.

1. Wetterbericht um 3<sup>45</sup> morgens. (Beobachtung von 2<sup>h</sup> morgens.)

Q Q   B B B W W   S H T T   β A A

2. Wetterbericht um 9<sup>15</sup> morgens. (Beobachtung von 8<sup>h</sup> morgens.)

Q Q   B B B W W   S H T T C   β A A R R   M M m m  $\left\{ \begin{array}{l} V \\ G \end{array} \right.$

3. Wetterbericht um 12<sup>30</sup> nachmittags. Sammelbericht über Beobachtungen von 8<sup>h</sup> morgens der Orte:

S = Stornoway	P = Paris	Bi = Biarritz (Socoa)
V = Valencia	Q = Quessant	Cr = La Coruna
C = Kopenhagen	CF = Clermond-Ferraud	R = Rom
He = Holder	N = Nizza	A = Algier
Pr = Prag	Pe = Perpignan	

Inhalt: B B W W S H

B B = Luftdruck in ganzen mm, nachdem 700 zugezählt ist.

Anschließend in Klartext: Luftdruckverteilung und Wettervorhersage für den nächsten Tag.

4. Wetterbericht um 3<sup>15</sup> nachmittags. (Beobachtung von 2<sup>h</sup> mittags.)

Q Q   B B B W W   S H T T  $\left\{ \begin{array}{l} V \\ G \end{array} \right.$    β A A

5. Wetterbericht um 8<sup>30</sup> abends. (Beobachtung von 7<sup>h</sup> abends.)

Q Q   B B B W W   S H T T   β A A

In den Berichten 1, 2, 4, 5 sind zu den auf S. 510 unter Q Q angegebenen Orten als neue hinzuzufügen:

21 = Toulouse	28 = Amiens	32 = Metz
22 = Tours	30 = Le Havre	33 = Privas
27 = Alençon	31 = Istres	34 = Sommessous

Diesen Berichten wird angeschlossen die S. 506 erwähnte zweite Form des Berichtes über Windrichtung und Windstärke in verschiedenen Höhen mit dem Inhalt:

Q Q   W<sub>1</sub><sup>2</sup> S<sub>1</sub><sup>2</sup> W<sub>2</sub><sup>2</sup> S<sub>2</sub><sup>2</sup> W<sub>3</sub><sup>2</sup> S<sub>3</sub><sup>2</sup>   W<sub>1</sub><sup>2</sup> S<sub>1</sub><sup>2</sup> W<sub>2</sub><sup>2</sup> S<sub>2</sub><sup>2</sup> W<sub>3</sub><sup>2</sup> S<sub>3</sub><sup>2</sup>

# Literaturverzeichnis.

## Hilfsgeräte.

### Stromquellen.

Zu  
Seite

#### Stromquellen für mittlere Frequenzen.

11. Dolezalek, F., Meßeinrichtung zur Bestimmung der Induktionskonstanten und des Energieverlustes von Wechselstromapparaten. Zeitschr. f. Instr. **23.** 240. 1903.
12. Larsen, A., Ein akustischer Wechselstromerzeuger mit regulierbarer Periodenzahl für schwache Ströme. ETZ. **32.** 284. 1911.
13. Dolezalek, F., Meßeinrichtung zur Bestimmung der Induktionskonstanten und des Energieverlustes von Wechselstromapparaten. Zeitschr. f. Instr. **23.** 240. 1903.
15. Vreeland - Oszillator. ETZ. **30.** 834. 1909. ETZ. **38.** 28. 1917. Übersicht über die Arbeit in Journ. Telegr. **40.** 121. 145. 169. 193.

#### Funkenerreger und Lichtbogengeneratoren.

17. Seibt, G., Ein Instrumentarium zur Untersuchung und Demonstration von Mineralien auf Empfindlichkeit gegen elektrische Schwingungen. Centralbl. f. Mineral., Geolog. u. Paläontol. **1911,** Nr. 18 u. 19.
17. Eichhorn, G., Stoßender der drahtlosen Telegraphie. Jahrb. **9.** 206. 1914. ETZ. **35.** 1001. 1914.
17. — Über eine Methode der Stoßerregung elektrischer Schwingungen und ihre Anwendung in der radiotelegraphischen Meßtechnik. Mitt. d. Phys. Ges. Zürich. Nr. 18. 1916.
23. Wien, M., Über die Dämpfung von Kondensatorschwingungen. Ann. d. Phys. **25.** 625. 1908.
25. Boas, H., Löschfunkenstrecke für enge Kopplung. Verh. d. D. Phys. Ges. **13.** 527. 1911. **15.** 1130. 1913. Jahrb. **5.** 563. 1912.
25. Rein, H., Der radiotelegraphische Gleichstrom-Tonsender. Phys. Z. **11.** 591. 1910.
27. Glatzel, B., Elektrische Methoden der Momentphotographie. Verlag von F. Vieweg u. Sohn. Braunschweig 1915.
28. Duddell, W., On rapid variations in the current through the direct current arc. Electrician **46.** 269. 1900.
30. Simon, H. Th., Über ungedämpfte elektrische Schwingungen. Jahrb. **1.** 16. 1907.
30. Poulsen, V., Ein Verfahren zur Erzeugung ungedämpfter elektrischer Schwingungen und seine Anwendung in der drahtlosen Telegraphie. ETZ **27.** 1040. 1075. 1906.
40. Lindemann, R., Untersuchungen über die Widerstandszunahme von Drahtlitzen bei schnellen elektrischen Schwingungen. Jahrb. **4.** 561. 1911. S. 570 kurze Beschreibung der Lampe. Verh. d. D. Phys. Ges. **11.** 682. 1909; **12.** 572. 1910.

Zu Seite

40. Kiebitz, F., Einige Versuche über schnelle elektrische Schwingungen. *Jahrb.* **2**. 357. 1909. *ETZ.* **30**. 20. 1909.
40. Gildemeister, M., Eine kleine Poulsenlampe für Meßzwecke. *ETZ.* **40**. 616. 1919.
42. Lindemann, R., Über die Verwendung der harmonischen Oberschwingungen des Poulsenkreises bei Messungen der Wellenlänge. *Verh. d. D. Phys. Ges.* **14**. 624. 1912. *Jahrb.* **8**. 147. 1914.
42. Schapira, C., Über den Wirkungsgrad der Hochfrequenz-Lampen mit unterteiltem Lichtbogen. Dissertation Charlottenburg 1908. *Jahrb.* **2**. 54. 1908.

## Kathodenstrahlenröhren.

- 42—57. Hohage, K., Die technische Untersuchung hochgepumpter Kathodenröhren an Hand von Betriebskurven. Technische Mitteilungen der Versuchskompanie der Tafeln. Nr. 2. 1917.  
— Über die Verwendung der Kathodenröhren in der Fernmelde- und Meßtechnik. *Helios* **25**. 193. 201. 1919.
- 42—57. Meißner, A., Über Röhrensender. *ETZ.* **40**. 65. 78. 1919. *Jahrb.* **14**. 5. 1919.
- 42—57. Barkhausen, H., Die Vakuumröhre und ihre technischen Anwendungen. *Jahrb.* **14**. 27. 1919.
- 42—57. Rukop, H., Die Hochvakuum-Eingitterröhre. *Jahrb.* **14**. 110. 1919.
44. Richardson, O. W., Notes on the Kinetic Theorie of Matter. *Philosophical Magazine* **18**. 695. 1909.
44. Schottky, W., Bericht über thermische Elektronenemission. Untersuchungen aus den Jahren 1905—1914. *Jahrb. d. Radioaktivität u. Elektronik* **12**. 147. 1915.
50. Langmuir, I., Thermionenströme im hohen Vakuum. *Phys. Z.* **15**. 348. 516. 1914.
50. Schottky, W., Die Wirkung der Raumladung auf Thermionenströme in hohem Vakuum. *Phys. Z.* **15**. 526. 1914.
50. Jaffé, G., Zur Theorie der Hochvakuumentladung. *Ann. d. Phys.* **63**. 145. 1920.
50. Laue, v. M., Glühelktronen. *Jahrb. d. Radioaktivität u. Elektronik* **15**. 205. 1920.  
— Über Gleichgewichtszustände bei den von glühenden Körpern entsandten Elektronen. *Jahrb.* **16**. 199. 1920.
- 42—47. Möller, H. G., Über Messungen an Elektronröhren. *Arch. f. Elektrot.* **8**. 46. 1919.
- 42—47. Mühlbrecht, K., Vakuumröhren als Verstärker und Schwingungserzeuger. *Arch. f. Elektrot.* **8**. 32. 1919.

## Hochfrequenzmaschinen und Frequenzwandler.

53. Alexanderson, E. F. W., Wechselstrommaschine für die Frequenz 100 000. *ETZ.* **30**. 1003. 1909. *Zeitschr. f. Instr.* **30**. 164. 1910.  
— Hochfrequenzapparate für drahtlose Telegraphie und Telephonie. *ETZ.* **33**. 659.
58. Goldschmidt, R., Maschinelle Erzeugung von elektrischen Wellen für drahtlose Telegraphie. *ETZ.* **32**. 54. 1911. *Jahrb.* **4**. 341. 1911.
58. Sörensen, A. S. M., Radiogroßstation Eilvese. *ETZ.* **40**. 233. 1919.
60. Arco, G. Graf von, Drahtlose Telegraphie. *Jahrb.* **7**. 105. 1913.  
— Die drahtlose Großstation Nauen. *ETZ.* **40**. 665. 1919.
60. Osnos, M., Beitrag zur Theorie und Wirkungsweise des stationären Frequenzverdopplers. *Jahrb.* **13**. 289. 1918.

Zu Seite

**Widerstände.**

63. Zenneck, J., Elektrischer und magnetischer Widerstand bei Schwingungen. *Ann. d. Phys.* **11**. 1135. 1903.
64. Austin, L. W., Passende Drahtdimensionen für Hochfrequenzwiderstände (Zahlentafel der Drahtstärken für Konstantan, Manganin, Platin, Kupfer). *Jahrb.* **6**. 588. 1913.
66. Kouwenhoven, W. B., Über Hochspannungsmessungen. Dissertation Karlsruhe. Verlag von Julius Springer. Berlin 1914.
66. Induktions- und kapazitätsfreier Widerstand mit Kreuzwicklung. *ETZ.* **33**. 721. 1912. *Jahrb.* **6**. 585. 1913.

**Telephone und Galvanometer.**

70. Pirani, M. u. Paschen, P., Über Lautstärke und Wirkungsgrad von Telefonen. *Verh. d. D. Phys. Ges.* **21**. 43. 1919.
71. Schering, H. u. Schmidt, R., Ein empfindliches Vibrationsgalvanometer für niedrige Frequenzen. *Arch. f. Elektrot.* **1**. 254. 1912.
72. Zölllich, H., Über ein hochempfindliches Vibrationsgalvanometer für sehr niedrige Frequenzen. *Arch. f. Elektrot.* **3**. 369. 1915.
73. Schering, H. u. Schmidt, R., Ein Vibrationsgalvanometer mit elektromagnetischer Abstimmung für niedrige Frequenzen. *Zeitschr. f. Instr.* **38**. 1. 1918.
74. Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1917. *Zeitschr. f. Instr.* **38**. 85. 1918.
73. Krukowsky, v. W., Vorgänge in der Scheibe eines Induktionszählers und der Wechselstromkompensator als Hilfsmittel zu deren Erforschung. Dissertation Darmstadt 1920. Verlag von Julius Springer. Berlin 1920. S. 94. Ausführungsform, Aufstellung und Verwendung des Vibrationsgalvanometers.

**Kondensatoren.**

- 73—117. Orlich, E., Kapazität und Induktivität. Verlag von F. Vieweg u. Sohn, Leipzig 1909.
74. Wien, M., Leydener Flaschen, Öl- und Preßgaskondensatoren. *Ann. d. Phys.* **29**. 679. 1909.
74. Moscicki, J., Über Hochspannungskondensatoren. *ETZ.* **25**. 527. 1904.
80. 83. Seibt, G., Ein Präzisionsdrehplattenkondensator und eine Methode zum Vergleichen von Kapazitäten. *Zeitschr. f. Schwachstrom* **5**. 649. 1911. *Jahrb.* **5**. 407. 1912.
- Neue Typen von Luftkondensatoren. *ETZ.* **35**. 531. 1914.
88. Benischke, G., Resonanz bei unvollkommenen Kondensatoren. *ETZ.* **27**. 693. 1906.

**Messungen von Kapazitäten.**

93. Wien, M., Messung der Induktionskonstanten mit dem „optischen Telefon“. *Wiedem. Ann. d. Phys. u. Chem.* **44**. 689. 1891.
93. Giebe, E., Messung induktiver Widerstände mit hochfrequenten Wechselströmen. Methode zur Messung kleiner Selbstinduktionskoeffizienten. *Ann. d. Phys.* **24**. 941. 1907.
- Präzisionsmessungen an Selbstinduktionsnormalen. *Zeitschr. f. Instr.* **31**. 6. 33. 1911.
101. Wagner, K. W., Zur Messung dielektrischer Verluste mit der Wechselstrombrücke. *ETZ.* **32**. 1001. 1911.

Zu Seite

101. Wagner, K. W. u. Wertheimer, A., Über genaue Messungen des dielektrischen Verlustwinkels und der Kapazität mit der Wechselstrombrücke, sowie über die Bestimmung der Phasenfehler von Widerständen. *Phys. Z.* **13.** 368. 1912.
106. Seibt, G., Ein Präzisionsdrehplattenkondensator und eine Methode zum Vergleichen von Kapazitäten. *Zeitschr. f. Schwachstrom* **5.** 649. 1911. *Jahrb.* **5.** 407. 1912.
107. Hausrath, H., Differentialmethode zur Messung des effektiven Widerstands und der effektiven Kapazität für Wechselstrom in elektroytischen Zellen, insbesondere Akkumulatoren. (Nernst-Festschrift 1912.)
107. Hund, A., Differentialmethode zur Messung kleiner Verluste in Hochfrequenzsystemen. Dissertation Karlsruhe. Verlag von J. Springer, Berlin 1913. *Jahrb.* **10.** 305. 1916.
112. Rietz, W., Über die Kapazität von Spulen. *Ann. d. Phys.* **41.** 543. 1913. *Jahrb.* **7.** 535. 1912.
112. Behnken, H., Eine Methode zur Messung der wirksamen Kapazität von Antennen. *Phys. Z.* **14.** 430. 1913. *Jahrb.* **7.** 425. 1913.
113. Pungs, L. u. Preuner, G., Verfahren zur Messung sehr kleiner Kapazitäten und Induktivitäten. *Phys. Z.* **20.** 543. 1919.
113. Herweg, J., Die Messung sehr kleiner Kapazitätsänderungen mittels ungedämpfter Schwingungen. *Verh. d. D. Phys. Ges.* **21.** 572. 1919.
115. Jaeger, R., Die Dielektrizitätskonstante fester Körper bei verschiedenen Wellenlängen. *Ann. d. Phys.* **53.** 409. 1917.

## Induktivitäten.

### Allgemeines und Berechnung von Induktionskoeffizienten.

- 122—159. Orlich, E., Kapazität und Induktivität. Verlag von F. Vieweg u. Sohn, Leipzig 1909.
124. Lindemann, R., Untersuchungen über die Widerstandszunahme von Drahtlitzen bei schnellen elektrischen Schwingungen. *Jahrb.* **4.** 561. 1911.
127. Glage, G., Wechselseitige Induktion, Selbstinduktion und Kapazität. *Jahrb.* **2.** 361. 501. 593. 1908/09.
127. Esau, A., Über den Selbstinduktionskoeffizienten mehrlagiger Spulen. *Jahrb.* **15.** 2. 1920.
128. Korndörfer, M., Über die Berechnung von Drosselspulen. *ETZ.* **38.** 521. 1917.
128. Coursey, P. R., The calculation and design of inductances. *Electrician* **75.** 841. 1915.

### Messung von Induktionskoeffizienten.

130. Wien, M., Messung der Induktionskonstanten mit dem „optischen Telefon“. *Wiedem. Ann. d. Phys. u. Chem.* **44.** 689. 1891.
130. Giebe, E., Präzisionsmessungen an Selbstinduktionsnormalen. *Zeitschr. f. Instr.* **31.** 6. 33. 1911.
135. — Messung induktiver Widerstände mit hochfrequenten Wechselströmen. Methode zur Messung kleiner Selbstinduktionskoeffizienten. *Ann. d. Phys.* **24.** 941. 1907.

Zu Seite

**Kopplungskoeffizienten.**

153. Kiebitz, F., Eine neue Methode zur Messung von Kopplungsgraden und Induktionsgrößen. Verh. d. D. Phys. Ges. **15**. 1240. 1913. Jahrb. **9**. 162. 1914.
153. Högelsberger, L., Eine Bemerkung zur Abhandlung des Herrn F. Kiebitz: „Eine neue Methode zur Messung von Kopplungsgraden und Induktionsgrößen“. Verh. d. D. Phys. Ges. **16**. 151. 1914.

**Wellenlängen.****Berechnung von Wellenlängen.**

161. Sörensen, A. S. M., Graphische Bestimmung der Wellenlänge bei gleichzeitiger unabhängiger Variation der Kapazität und Selbstinduktion. Jahrb. **6**. 429. 1913.
161. — Konstruktive Bestimmung der Wellenlänge aus Kapazität und Selbstinduktion. Jahrb. **12**. 526. 1917. ETZ. **38**. 469. 1917.
161. Luckey, P., Nomogramm für Schwingungszahl und Wellenlänge von Kondensatorkreisen. Jahrb. **12**. 516. 1918.
161. Eceles, W., Eine Tafel zur Wellenlängenberechnung. Jahrb. **12**. 511. 1918.

**Messung von Wellenlängen.****Resonanzwellenmesser.**

163. Reithoffer, M., Die Resonanzfrequenz in Schwingungskreisen bei parallel geschalteten Widerständen. Jahrb. **11**. 466. 1917.
166. Eichhorn, G., Großer Wellenmesser Type E. G. W. System Telefunken. Jahrb. **8**. 168. 1914. Ausführl. Beschreibung von Bau und Anwendung des Wellenmessers Abb. 169.
166. Kock, F., Wellenmesser mit Kapazitätsbrücke. Phys. Z. **21**. 214. 1920.
166. Nesper, E., Ein Wellenmesser in Taschenformat. Jahrb. **14**. 624. 1919.
168. Hirsch, R., Ein direkt zeigender Wellenmesser. Jahrb. **4**. 250. 1911.

**Wellenmesser mit zwei Wechselstromwiderständen.**

171. Ferrié, G., Appareils à deux aiguilles, Système Ferrié et Carpentier. Frequencemètres. Ohmmètres. La Lumière électr. **32**. 427. 1910. Jahrb. **5**. 106. 1911. ETZ. **32**. 474. 1911.
162. 172. Mandelstam, L. u. Papalexi, N., Über eine Methode zur Messung von logarithmischen Dekrementen und Schwingungszahlen elektromagnetischer Schwingungskreise. Ann. d. Phys. **33**. 490. 1910. Jahrb. **4**. 605. 1911. (S. 610 Kurzschlußdynamometer.)
172. Seibt, G., Unmittelbar anzeigender Wellenmesser. Jahrb. **10**. 504. 1916.
176. Scheller, O., Unmittelbar anzeigender Wellenmesser. Jahrb. **10**. 507. 1916.

**Eichung von Wellenmessern.**

161. Diesselhorst, H., Absolute Messung der Wellenlänge elektrischer Schwingungen. Jahrb. **1**. 262. 1907.
161. — Frequenzmessung und Analyse elektrischer Schwingungen für drahtlose Telegraphie. ETZ. **29**. 703. 1908.
183. Schapira, C., Über den Wirkungsgrad der Hochfrequenz-Lampe mit unterteiltem Lichtbogen. Dissertation Charlottenburg 1908. Jahrb. **2**. 54. 1908.

- Zu Seite
183. Lindemann, R., Über die Verwendung harmonischer Oberschwingungen des Poulsenkreises bei Messungen der Wellenlänge. Verh. d. D. Phys. Ges. **14**. 624. 1912. Jahrb. **8**. 147. 1914.
183. Ettenreich, v. R., Eine Methode der Wellenmessereichung mit Benutzung harmonischer Oberschwingungen. Jahrb. **15**. 236. 1920.
183. Weller, R., Über die Bestimmung von Schwingungszahlen akustischer und elektrischer Schwingungen mit Hilfe der Schwebungsmethode. Jahrb. **14**. 599. 1919.
- 161—186. — Neuere Frequenzmesser der Strahlungstelegraphie. Helios **19**. 585. 597. 612. 627. 1913. Als Sonderabdruck erschienen bei Hachmeister u. Thal. Leipzig 1913.

### Die Dämpfung.

189. Burstyn, W., Einfache Berechnung der Formeln für die Dämpfung eines Schwingungskreises und ihre Messung nach Bjerknes. Jahrb. **10**. 347. 1916.
- 191—217. Hahnemann, W., Die Meßmethoden, Größe und Bedeutung der Dämpfung in der drahtlosen Telegraphie. Jahrb. **2**. 293. 477. 1909.
192. Bjerknes, V., Über elektrische Resonanz. Wiedem. Ann. d. Phys. u. Chem. **55**. 121. 1895.
199. Wien, M., Über die Dämpfung von Kondensator-schwingungen. Ann. d. Phys. **25**. 625. 1908.
201. Fischer, C., Strahlungsdekrement, wirksame Kapazität und Selbstinduktion einer Antenne. Ann. d. Phys. **32**. 979. 1910.
203. Kolster, F. A., Ein direkt anzeigender Dekrement- und Wellenmesser. Jahrb. **10**. 316. 1916.
204. Wiesent, H., Über einen direkt zeigenden Dämpfungsmesser. Jahrb. **12**. 330. 1917.
208. Lindemann, R., Untersuchungen über die Widerstandszunahme von Drahtlitzen bei schnellen elektrischen Schwingungen. Jahrb. **4**. 561. 1911.
208. 211. Loewe, S., Über die erreichbare Genauigkeit der Widerstandsmessung in Hochfrequenzkreisen. Dissertation Jena. Verlag von J. Ambr. Barth, Leipzig 1913. Jahrb. **7**. 365. 1913.
214. Högelsberger, L., Eine Vereinfachung der Methode zur Bestimmung des wirksamen Widerstandes von Schwingungskreisen mit Hilfe gedämpfter Schwingungen. Jahrb. **7**. 182. 1913.
- 191—217. Giebe, E. u. Alberti, E., Störende Kapazitätswirkungen bei Hochfrequenzmeßanordnungen. Jahrb. **16**. 242. 1920.
216. Hund, A., Differentialmethode zur Messung kleiner Verluste in Hochfrequenzsystemen. Dissertation Karlsruhe. 1913. Verlag von J. Springer, Berlin 1913.
216. — Neue Meßmethode zur Bestimmung des logarithmischen Dekrements von Kondensator-schwingungen. Jahrb. **10**. 305. 1916.
217. 219. Preuner, G. u. Pungs, L., Elektrolytisch verkupfertes und verzinktes Eisen im Hochfrequenzfelde. Verh. d. D. Phys. Ges. **21**. 594. 1919.
221. Austin, L. W., Der Hochfrequenzwiderstand von einlagigen, mit Massivdraht bewickelten Induktionsspulen. Jahrb. **8**. 159. 1914.

**Strommessungen.**

Zu Seite

**Hitzdrahtstrommesser.**

226. Kei n a t h, Gg., Über die Messung hoher Stromstärken bei Hochfrequenz. Jahrb. **11**. 43. 1916.
227. H a r t m a n n - K e m p f, R., Hitzdrahtamperemeter ohne Nebenschluß für drahtlose Telegraphie. ETZ. **32**. 1134. 1911.  
— Neue Hitzbandamperemeter für Hochfrequenzströme von Hartmann u. Braun. Jahrb. **5**. 517. 1912.
227. D e l l i n g e r, I. H., Hochfrequenz-Amperemeter. Zeitschr. f. Instr. **35**. 116. 1915. Jahrb. **10**. 176. 1915. **11**. 60. 1916.

**Thermoelemente. Thermokreuzbrücke.**

231. B r a n d e s, H., Über ein Vakuum-Thermoelement. Phys. Z. **6**. 503. 1905.
231. V o e g e, W., Ein neues Meßgerät für schwache Wechselströme. ETZ. **27**. 467. 780. 1906.
231. J o h a n s e n, E. S., Über die Vakuumthermosäule als Strahlungsmesser. Ann. d. Phys. **33**. 517. 1910.
231. L o e w e, S., Genaue Eichung einer Thermoelement-Anordnung. Jahrb. **6**. 451. 1913.
231. G o s s e n, P., Über ein neues Drehspul-Meßinstrument für Gleich- und Wechselstrom. ETZ. **33**. 73. 94. 1912. In der Diskussion S. 94 zu diesem Vortrag viele Hinweise für die Herstellung von Thermoelementen.
233. H u n d, A., Differentialmethode zur Messung kleiner Verluste in Hochfrequenzsystemen. Dissertation Karlsruhe 1913. Verlag von J. Springer, Berlin 1913. Thermokreuzbrücke S. 29.

**Bolometer.**

235. S c h m i d t, K. E. F., Beiträge zur Kenntnis des Baretters. Phys. Z. **7**. 642. 1906.  
— Studien zum Baretter. Phys. Z. **8**. 601. 1907.
235. K e m p f, W., Der Baretter und seine Verwendbarkeit als Indikator in elektrisch schwingenden Systemen. Phys. Z. **11**. 331. 1910.
235. N e u h a u s, Th., Über Empfindlichkeit der Baretter und die Zuverlässigkeit der mit ihnen ausgeführten Messungen. Dissertation Halle 1909.

**Stromwandler.**

238. L i n d e m a n n, R., Ein Hochfrequenzstrommesser mit mehreren Meßbereichen. Zeitschr. f. Instr. **35**. 143. 1915. Jahrb. **11**. 62. 1916.
238. C a m p b e l l, A. u. D y c, D. W., Über die Messung von Wechselströmen hoher Frequenz. Jahrb. **11**. 66. 1916.
238. M e L a c h l a n, N. W., Beitrag zur Theorie der Stromtransformatoren mit Eisen für Hochfrequenz. Jahrb. **13**. 181. 1918.
238. K e i n a t h, Gg., Über die Messung hoher Stromstärken bei Hochfrequenz. Jahrb. **11**. 43. 1916.

**Kristalldetektoren. Kathodenröhren.**

237. A u s t i n, L. W., Über einige Versuche mit Radiotelegraphie auf große Entfernungen. Jahrb. **5**. 75. 1911.
237. — Die Messung elektrischer Schwingungen in der Empfangsantenne. Phys. Zeitschr. **12**. 1133. 1911. Jahrb. **6**. 178. 1919.

Zu Seite

237. Austin, L. W., Quantitative Messungen über die Stärke der von den deutschen Funkenstationen in Nauen und Eilvise ausgehenden Signale zu Washington. Jahrb. **12**. 185. 1917.
238. — Quantitative Versuche mit dem Audion. Jahrb. **12**. 284. 1917.

### Spannungsmessungen.

241. Szilard, B., Über ein direkt ablesbares und direkt anzeigendes Elektrometer zur Messung sehr schwacher Ströme. Phys. Z. **15**. 209. 1914.
241. Jaeger, R., Zum Verhalten des Saitenelektrometers bei idiostatischer und Quadrantenschaltung. Zeitschr. f. Instr. **37**. 5. 1917.
241. Hoffmann, G., Über ein hochempfindliches Elektrometer und den hiermit möglichen direkten Nachweis der Ionisation des einzelnen  $\alpha$ -Teilchens. Phys. Z. **13**. 480. 1912. Zeitschr. f. Instr. **33**. 229. 1913.
241. Hohage, K., Die Verwendung hochgepumpter Kathodenröhren zur Messung von Wechselspannungen beliebiger Frequenz (Röhrenvoltmeter). Technische Mitteilungen (Nr. 2) der Versuchskompanie der Tafeln. 1917.
241. — Über die Verwendung der Kathodenröhren in der Fernmelde- und Meßtechnik. Helios **25**. 193. 201. 1919.
245. Samson, C., Über ein Braunsches Rohr mit Glühkathode und einige Anwendungen desselben. Ann. d. Phys. **55**. 608. 1918.

### Leistungsmessungen.

247. Eastham, M., Der Hytone-Sender für drahtlose Telegraphie. Jahrb. **11**. 266. 1916.
247. Dolezalek, F., Über Binantenelektrometer für Zeiger- und Spiegelablesung. Ann. d. Phys. **26**. 312. 1908.
247. Reich, M., Über den dämpfenden Einfluß der Erde auf Antennenschwingungen. Jahrb. **5**. 176. 1911.
247. Mayer, E., Die elektrometrische Methode der Leistungsmessung bei den Frequenzen der drahtlosen Telegraphie. Phys. Z. **14**. 394. 1913.
249. Hohage, K., Die Verwendung hochgepumpter Kathodenröhren zur Messung von Wechselspannungen beliebiger Frequenz (Röhrenvoltmeter). Technische Mitteilungen (Nr. 2) der Versuchskompanie der Tafeln. 1917.
249. — Über die Verwendung der Kathodenröhren in der Fernmelde- und Meßtechnik. Helios **25**. 193. 201. 1919.
249. Salinger, H., Messungen an Röhrenvoltmetern. Telegraphen- und Fernsprechtechnik **9**. Heft 2. 1920. Kurze Übers. Elektr. u. Masch. **38**. 391. 1920.

### Untersuchung von Schwingungsvorgängen.

254. Braun, F., Über ein Verfahren zur Demonstration und zum Studium des zeitlichen Verlaufs variabler Ströme. Wiedem. Ann. d. Phys. u. Chem. **60**. 552. 1897.
254. Faßbender, H. u. Hupka, E., Aufnahme von Schwingungskurven kleiner Amplitude. Phys. Z. **13**. 559. 1912. Jahrb. **6**. 186. 1912.
254. — Nachweis von Schwingungen erster und zweiter Art am Poulsonbogen. Phys. Z. **14**. 222. 1913.
254. Chaffee, L., Ein neues Verfahren der Stoßerregung ungedämpfter elektrischer Schwingungen und deren Analyse durch oszillographische Aufnahmen mittels der Braunschen Röhre. Jahrb. **7**. 483. 555. 1913.

- Zu Seite
254. Zenneck, J., Momentaufnahmen mit der Braunschen Röhre. Phys. Z. **14**. 226. 1913. Jahrb. **8**. 93. 1914.
254. Rogowski, W., Neue Vorschläge zur Verbesserung der Kathodenstrahlen-Oszillographen. Arch. f. Elektrot. **9**. 115. 1920.
254. — u. Glage, G., Einige Versuche mit einem verbesserten Kathodenstrahlen-Oszillographen. Arch. f. Elektrot. **9**. 120. 1920.
255. Samson, C., Über ein Braunschtes Rohr mit Glühkathode und einige Anwendungen desselben. Ann. d. Phys. **55**. 608. 1918.
256. Mandelstam, L., Über eine Methode zur objektiven Darstellung der Schwingungsvorgänge in einfachen und gekoppelten Kondensatorkreisen. Jahrb. **1**. 124. 1907.
259. Hausrath, H., Verfahren zur Darstellung periodischer Hochfrequenzkurven mit der Braunschen Röhre. Phys. Z. **12**. 1044. 1911.
259. Ort, K., Untersuchung der Schwingungsvorgänge des Lichtbogen-generators. Jahrb. **6**. 119. 1912.
259. Martens, F. F., Über die Auflösung von Lissajous Figuren. Verh. d. D. Phys. Ges. **21**. 65. 1919.
260. Diebelhorst, H., Frequenzmessung und Analyse elektrischer Schwingungen für drahtlose Telegraphie. ETZ. **29**. 703. 1908.
260. Gehrke, E., Eine einfache Methode zur Bestimmung des Stromverlaufs hochgespannter Wechselströme. Verh. d. D. Phys. Ges. **6**. 176. 1904.
260. Eichhorn, E., Das Glimmlichtoszilloskop (von Boas). Jahrb. **3**. 404. 1910.
261. Hehl, N., Über die Dimensionen der Gebilde an der Kathode. Phys. Z. **3**. 547. 1902.
- 253—263. Orlich, E., Aufnahme und Analyse von Wechselstromkurven. Verlag von F. Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1906.
- 253—263. Hausrath, H., Apparate und Verfahren zur Aufnahme und Darstellung von Wechselstromkurven und elektrischen Schwingungen. Verlag von Hachmeister u. Thal, Leipzig 1913.

### Prüfung von Isolierstoffen und Isolatoren.

- 266—278. Verband Deutscher Elektrotechniker. Bericht der Kommission für Isolierstoffe für das Arbeitsjahr 1912/13. ETZ. **34**. 688. 1913.
- 266—278. Schreiber, K. A., Materialprüfungsmethoden im Elektromaschinen- und Apparatebau. Verlag von F. Enke, Stuttgart 1915.
- 266—278. Schwaiger, A., Lehrbuch der elektrischen Festigkeit der Isoliermaterialien. Verlag von J. Springer, Berlin 1919.
- 266—278. Demuth, W., Die Materialprüfung der Isolierstoffe der Elektrotechnik. Verlag von J. Springer, Berlin 1920.

### Eisenuntersuchungen mit Hochfrequenz.

281. Faßbender, H. u. Hupka, E., Magnetische Untersuchungen im Hochfrequenzkreis. Jahrb. **6**. 133. 1912.
281. Faßbender, H., Die alte und die neue Auffassung über den Magnetismus bei hohen Frequenzen. Jahrb. **14**. 222. 1919.
281. Alexanderson, E. F. W., Die magnetischen Eigenschaften des Eisens bei Hochfrequenz bis zu 200 000 Per./Sek. ETZ. **32**. 1078. 1911.
281. Hund, A., Bemerkungen über ein neues Verfahren zur Bestimmung der magnetischen Flußdichte und Permeabilität. Jahrb. **13**. 462. 1919.

**Messung des wirksamen Widerstandes von Spulen.**

Zu Seite

285. Lindemann, R., Untersuchungen über die Widerstandszunahme von Drahtlitzen bei schnellen elektrischen Schwingungen. Jahrb. 4. 561. 1911.

**Entladestrecken.**

287. Roschansky, D., Über die Löschwirkung des Funkens auf gekoppelte Schwingungen. Phys. Z. 13. 931. 1912.
289. Vos, M., Über eine neue Form der Stoßerregung elektrischer Schwingungen. Dissertation Marburg 1913. Verlag von Joh. Ambr. Barth, Leipzig 1913. Jahrb. 7. 307. 1913. Insbesondere S. 325 u. 326.

**Luftleiter (Antennen).**

295. Behnken, H., Eine Methode zur Messung der wirksamen Kapazität von Antennen. Phys. Z. 14. 430. 1913. Jahrb. 7. 425. 1913.
298. Meißner, A., Über die Bestimmung der Eigenschwingung von Antennen. Phys. Z. 20. 130. 1919. Jahrb. 14. 269. 1919.
- 313-318. Esau, A., Über die Messung der Selbstinduktion und Kapazität von Luftleitern. Phys. Z. 13. 658. 1912. Jahrb. 6. 575. 1913. Mit Hinweisen auf die Vorsichtsmaßregeln bei diesen Messungen.
313. 316. Groot, de C. J., Aus dem Gebiete der drahtlosen Meßtechnik. Jahrb. 8. 109. 1914.
313. Esau, A., Über die Bestimmung des Spannungsknotens von Luftleitern. Phys. Z. 13. 495. 1912. Jahrb. 6. 36. 1912.
318. Fischer, C., Strahlungsdekrement, wirksame Kapazität und Selbstinduktion einer Antenne. Ann. d. Phys. 32. 979. 1910.
320. Wagner, K.W., Zur Elektrodynamik von Strahlerkreisen. Arch. f. Elektrot. 8. 145. 1919.
325. Fischer, C., Strahlung von Antennen. Phys. Z. 12. 295. 1911. Jahrb. 5. 582. 1912.
326. Austin, L. W., Antennen-Widerstand. Jahrb. 5. 574. 1912.
327. Erskine-Murray, J., Eine direkte experimentelle Methode für die Bestimmung der Strahlungsnutzleistung, des Erdwiderstandes und des Strahlungswiderstandes eines radiotelegraphischen Senders. Jahrb. 5. 499. 1912.
328. Groot, de C. J., Aus dem Gebiete der drahtlosen Meßtechnik. Jahrb. 8. 109. 1914.
330. Braun, F., Eine absolute Messung des vom Eiffelturm ausstrahlenden Feldes in Straßburg. Jahrb. 8. 132 u. 212. 1914.
330. Rausch v. Traubenberg, H., Über die quantitative Bestimmung elektromagnetischer Strahlungsfelder in der drahtlosen Telegraphie. Jahrb. 14. 569. 1919.
334. Abraham, M., Rausch v. Traubenberg, H. u. Pusch, J., Über ein Verfahren zur Bestimmung der spezifischen Leitfähigkeit des Erdbodens. Phys. Z. 20. 145. 1919.

**Sender.****Löschfunktensender.**

343. Schmidt, K., Das Arbeiten der Mittelfrequenzmaschinen auf den Löschfunktensender. ETZ. 40. 502. 1919.

Zu Seite

343. Falkenthal, E., Der Pendelumformer, seine Konstruktion und Schaltung als Wechselstromerzeuger für kleine F.-T.-Stationen. *Jahrb.* **14.** 526. 1919.
350. Seibt, G., Über Resonanzinduktoren und ihre Anwendung in der drahtlosen Telegraphie. *ETZ.* **25.** 276. 1904.
355. Eichhorn, E., Telefunken-Hilfszündung (Zusatzapparat für tönende Löschfunkensender). *Jahrb.* **7.** 607. 1913.
355. Hallborg, H., Resonanzerscheinungen im Niederfrequenzkreis der radiotelegraphischen Sendestationen. *Proc. Inst. Radio Engineers (New York)* **3.** 107. 1915. *Jahrb.* **11.** 75. 1916.
355. Weinberger, J., Der Entwurf des Niederfrequenzkreises von Löschfunkensendern. *Proc. Inst. Radio Engineers (New York)* **3.** 377. 1915. *Jahrb.* **11.** 79. 1916.
355. Bouvier u. Chireix, Untersuchungen über Resonanzverhältnisse im Niederfrequenzkreis der drahtlosen Senderanlagen und Ermittlung ihrer Bestimmungsgrößen. *Jahrb.* **13.** 189. 1918.
355. Martens, F. F. u. Zickner, G., Über die mittelfrequenten Vorgänge in Tonfunkensendern. *Jahrb.* **15.** 266. 1920.
360. Boas, H., Resonanztransformatoren. *Jahrb.* **3.** 601. 1910.

#### Vieltonsender.

363. Rein, H., Der radiotelegraphische Gleichstromtonsender. *Phys. Z.* **11.** 591. 1910.
363. — Der radiotelegraphische Gleichstromtonsender. Dissertation Darmstadt 1910. Langensalza 1912.
363. — The multitone System. *Proc. Inst. Radio Engineers (New York)* **1.** 5. 1913.

#### Lichtbogensender.

366. Poulsen, V., Ein Verfahren zur Erzeugung ungedämpfter elektrischer Schwingungen und seine Anwendung in der drahtlosen Telegraphie. *ETZ.* **27.** 1040. 1075. 1906.
366. Pedersen, P. O., On the Poulsen arc and its theory. *Proc. Inst. Radio Engineers (New York)* **5.** 255. 1917.

#### Kathodenröhrensender.

Betriebsbedingungen und Schaltungen.

377. Osnos, M., Erzeugung von Hochfrequenzströmen durch den Lichtbogen- und Kathodenröhren. *Elektr. u. Masch.* **37.** 557. 1919.
377. Vos, M. u. Ziegler, R., Über Röhrenschaltungen und ihre Dimensionierung. *Jahrb.* **14.** 578. 1919.
378. Mühlbrett, K., Vakuumröhren als Verstärker und Schwingungserzeuger. *Arch. f. Elektrot.* **8.** 32. 1919.
379. Seitz, W., Über das Ziehen von Senderröhren. *Jahrb.* **15.** 460. 1920.
379. Harms, F., Zur Theorie gekoppelter Schwingungskreise mit Selbsterregung. *Jahrb.* **15.** 442. 1920.
379. Möller, H. G., Die Elektronenröhre und ihre technischen Anwendungen. Verlag von F. Vieweg u. Sohn. Braunschweig 1920. S. 96.
379. Glage, G. u. Edler, H., Über das Ziehen des Zwischenkreisröhrensenders. *Arch. f. Elektrot.* **9.** 20. 1920.
379. Vogel, H. u. Wien, M., Zungenpfeife und Röhrensender. *Ann. d. Phys.* **62.** 649. 1920.

Zu Seite

379. Heegner, K., Über den Zwischenkreisröhrensender. Arch. f. Elektr. **9**. 127. 1920.
382. Kühn, L., Technische Entwicklung der Röhrensender. Jahrb. **14**. 395. 1919. (S. 405: Wehneltgleichrichter. S. 414: Ausgleichstransformator.)

### Untersuchung von Kathodenröhren.

Messungen mit Gleichspannungen.

388. Hohage, K., Die technische Untersuchung hochgepumpter Kathodenröhren an Hand von Betriebskurven. Technische Mitteilungen der Versuchskompanie der Tafern. Nr. 2. 1917.
388. Jaeger, R., Über Kennlinienaufnahmen von Elektronenröhren. Jahrb. **14**. 361. 1919.
388. Barkhausen, H., Die Vakuumröhre und ihre technischen Anwendungen. Jahrb. **14**. 27. 1919.
388. Möller, H. G., Über Messungen an Elektronenröhren. Arch. f. Elektrot. **8**. 46. 1919.
388. Mühlbrett, K., Vakuumröhren als Verstärker und Schwingungserzeuger. Arch. f. Elektrot. **8**. 32. 1919.
388. Rukop, H., Die Hochvakuum-Eingitterröhre. Jahrb. **14**. 110. 1919.
397. Jaeger, R., Über Kennlinienaufnahmen von Elektronenröhren. Jahrb. **14**. 361. 1919. Insbesondere S. 383.
397. Möller, H. G., Über Messungen an Elektronenröhren. Arch. f. Elektrot. **8**. 46. 1919.
397. — Die Elektronenröhre und ihre technischen Anwendungen. Verlag von F. Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1920. S. 122ff.
397. Barkhausen, H., Die Vakuumröhre und ihre technischen Anwendungen. Jahrb. **14**. 27. 1919.
399. Möller, H. G., Über Messungen an Elektronenröhren. Arch. f. Elektrot. **8**. 46. 1919.

### Untersuchung einer Röhre als Schwingungserzeuger.

409. Meißner, A., Über Röhrensender. ETZ. **40**. 65. 78. 1919. Jahrb. **14**. 5. 1919.
421. Möller, H. G., Quantitative Behandlung der Schwingungen im Röhrengenerator mit Hilfe der Schwingkennlinien. Jahrb. **14**. 326. 1919.
421. — Die Elektronenröhre und ihre technischen Anwendungen. Verlag von F. Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1920. S. 43ff.
414. Orlich, E., Aufnahme und Analyse von Wechselstromkurven. Verlag von F. Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1906.
414. Runge, C., Methode der Zerlegung in Sinuswellen. ETZ. **26**. 247. 1905. ETZ **30**. 816. 1909.
414. -- Theorie und Praxis der Reihen. Verlag von G. J. Göschen, Leipzig 1904.
414. Fischer-Hinnen, J., Methode zur schnellen Bestimmung harmonischer Wellen. ETZ. **22**. 396. 1901.
414. Finsterwalder, S., Harmonische Analyse mittels des Polarplanimeters. Zeitschr. f. Math. u. Phys. **43**. 85. 1898. Zeitschr. f. Instr. **19**. 283. 1899.
414. Sanden, v., Graphische Synthese und Analyse von Wechselstromkurven. Arch. f. Elektrot. **1**. 42. 1913.

- Messungen an Röhrendendern.**
- Zu Seite
421. Möller, H. G., Über Messungen an Elektronenröhren. Arch. f. Elektrot. 8. 46. 1919.
421. — Die Elektronenröhre und ihre technischen Anwendungen. Verlag von F. Vieweg u. Sohn. Braunschweig 1920.
421. Mühlbrett, K., Oszillographische Untersuchungen an Senderröhren. Arch. f. Elektrot. 8. 188. 1919.
421. Preuner, G. u. Pungs, L., Kalorimetrische Bestimmung des Wirkungsgrades von Senderöhren. Jahrb. 15. 469. 1920.
421. Vos, M. u. Ziegler, R., Über Röhrendenderschaltungen und ihre Dimensionierung. Jahrb. 14. 578. 1919.
421. Kühn, L., Technische Entwicklung der Röhrendender. Jahrb. 14. 395. 1919.

### Wellenanzeiger.

428. Schloemilch, W., Ein neuer Wellendetektor für drahtlose Telegraphie. ETZ. 24. 959. 1903.
430. Braun, F., Ein neuer Wellenanzeiger. ETZ. 27. 1199. 1906.
430. Brandes, H., Über Abweichungen vom Ohmschen Gesetz, Gleichrichterwirkung und Wellenanzeiger für drahtlose Telegraphie. ETZ. 27. 1015. 1906.
431. Huizinga, M. J., Die Gleichrichterwirkung der Kristalldetektoren. Phys. Z. 21. 91. 1920.
433. Ettenreich, v. R., Eine Schwebungsmethode zur Prüfung der Trägheit von Kontaktdetektoren. Phys. Z. 21. 208. 1920.
434. Poulsen, V., Ein Verfahren zur Erzeugung ungedämpfter elektrischer Schwingungen und seine Anwendung in der drahtlosen Telegraphie. ETZ. 27. 1040. 1906.
437. Goldschmidt, R., Das Tonrad als Detektor in der drahtlosen Telegraphie. ETZ. 35. 93. 1914. Jahrb. 8. 516. 1914.
438. Wehnelt, A., Über den Austritt negativer Ionen aus glühenden Metalloxyden und damit zusammenhängende Erscheinungen. Phys. Z. 5. 680. 1904. Ann. d. Phys. 14. 425. 1904.  
— Ein elektrisches Ventilrohr. Ann. d. Phys. 19. 138. 1906.
434. Reiß, E., Neues Verfahren zur Verstärkung elektrischer Ströme. ETZ. 34. 1. 359. 1385. 1913.
439. Lindemann, R. u. Hupka, E., Die Liebenröhre. Theorie ihrer Wirkungsweise. Untersuchungen über Stromverzerrung und Trägheit der Entladung. Arch. f. Elektrot. 3. 49. 1914. Jahrb. 12. 218. 1917.
439. Möller, H. G., Die Elektronenröhren und ihre technischen Anwendungen. Verlag von F. Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1920, S. 129.
439. Coster, D., Über die Schaltungsweisen des Audions. Phys. Z. 20. 579. 1919.

### Kathodenröhrenverstärker.

438. Mühlbrett, K., Vakuumröhren als Verstärker und Schwingungserzeuger. Arch. f. Elektrot. 8. 32. 1919.  
— Über Verstärkertransformatoren. Dissertation Darmstadt 1920. Verlag von Julius Springer. Berlin 1920.

Zu Seite

438. Möller, H. G., Über Messungen an Elektronenröhren. Arch. f. Elektrot. **8.** 46. 1919.
438. — Die Elektronenröhre und ihre technische Anwendungen. Verlag von F. Vieweg u. Sohn. Braunschweig 1920.
438. Barkhausen, H., Die Vakuumröhre und ihre technischen Anwendungen. Jahrb. **14.** 27. 1919. Jahrb. **16.** 82. 1920.
438. Rukop, H., Die Hochvakuum-Eingitterröhre. Jahrb. **14.** 110. 1919.
438. Schottky, W., Über Hochvakuumverstärker. Arch. f. Elektrot. **8.** 12. 299. 1919.
459. Pirani, M., Über die Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Empfangsverstärkern. Jahrb. **16.** 2. 1920.
463. Breisig, F., Absolute Bestimmung der Dämpfung von Fernsprechleitungen durch Sprechversuche. Verh. d. D. Phys. Ges. **12.** 184. 1910.

#### Untersuchung von Telephonen.

466. Pirani, M. u. Paschen, P., Über Lautstärke und Wirkungsgrad von Telephonen. Verh. d. D. Phys. Ges. **21.** 43. 1919.
479. Pedersen, P. O., Über den Empfang kontinuierlicher elektromagnetischer Wellen in der Radiotelegraphie. Jahrb. **3.** 283. 1909.
479. Esau, A. u. Rein, H., Über den Empfänger und seine Schaltungen. Jahrb. **13.** 391. 1919.
479. Burstyn, W., Empfangsstärke und Abstimmsschärfe. Jahrb. **12.** 427. 1918.
479. Dieckmann, M., Über Maßbezeichnungen radiotelegraphischer Sendee- und Empfangsstationen. Jahrb. **12.** 506. 1918.

#### Überlagerer.

485. Möller, H. G., Die Elektronenröhre und ihre technischen Anwendungen. Verlag von F. Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1920, S. 137.
485. Salinger, H., Über den Empfang ungedämpfter Wellenzüge durch Überlagerung. Phys. Z. **20.** 488. 1919.
485. Wien, M., Über die Ausstrahlung der Nebenspektren beim Schwebungsempfang. Jahrb. **14.** 608. 1919.
486. Pungs, L. u. Preuner, G., Verfahren zur Messung sehr kleiner Kapazitäten und Induktivitäten. Phys. Z. **20.** 543. 1919.
486. Herweg, J., Die Messung sehr kleiner Kapazitätsänderungen mittels ungedämpfter Schwingungen. Verh. d. D. Phys. Ges. **21.** 572. 1919.
486. Weller, R., Über die Bestimmung von Schwingungszahlen akustischer und elektrischer Schwingungen mit Hilfe der Schwebungsmethode. Jahrb. **14.** 599. 1919.
493. Meißer, A., Über den Überlagerungsempfang. Zeitschr. f. Fernmeldetechn., Werk- u. Gerätebau. **1.** 17. 35. 1920

#### Rahmenantenne.

493. Braun, F., Über den Ersatz der offenen Strombahnen in der drahtlosen Telegraphie durch geschlossene. Jahrb. **8.** 1. 1914.
493. Esau, A., Die Braunsche Rahmenantenne. Elektr. u. Masch. **37.** 401. 1919.
- Die Braunsche Rahmenantenne. I. Selbstinduktion, Kapazität, Eigen- und Oberwellen. Jahrb. **16.** 162. 1920.
413. Burstyn, W., Die Schleife als Empfänger. Jahrb. **13.** 378. 1919.
517. Hoffmann, H., Über die Verwendung von Spulen an Stelle von Antennen in der drahtlosen Telegraphie. Jahrb. **16.** 31. 1920.

**Messungen an Empfangseinrichtungen.**

- Messung von Empfangsströmen.**
- Zu Seite
499. Braun, F., Was mißt man mit Unipolardetektor und Parallelohmmethode. Jahrb. 8. 203. 1914.
499. Klages, A. u. Demmler, O., Lautstärkemessungen nach der Parallelohmmethode und ihre quantitative Brauchbarkeit. Jahrb. 8. 212. 1914.
499. Austin, L. W., Die Messung radiotelegraphischer Signale mit dem schwingenden Audion. Jahrb. 12. 296. 1917.
501. Roux, E., Untersuchungen und Verbesserungen am Parallelohmmeter. Jahrb. 12. 462. 1918.
501. Zenneck, J., Über telephonische Messungen an einem drahtlosen Empfänger. Jahrb. 12. 443. 1918.
503. Austin, Über einige Versuche mit Radiotelegraphie auf große Entfernungen. Jahrb. 5. 75. 1911.
501. — Die Messung elektrischer Schwingungen in der Empfangsantenne. Jahrb. 6. 178. 1913.
501. — Quantitative Messungen über die Stärke der von den deutschen Funkstationen in Nauen und Eilvese ausgehenden Signale zu Washington. Jahrb. 12. 185. 1917.
501. — Quantitative Versuche mit dem Audion. Jahrb. 12. 284. 1917.
501. — Die Messung radiotelegraphischer Signale mit dem schwingenden Audion. Jahrb. 12. 296. 1917.
503. Ludewig, P., Der Einfluß geophysikalischer und meteorologischer Faktoren auf die drahtlose Telegraphie. Jahrb. 12. 122. 1917.
504. Eccles, W., Die Tätigkeit der Kommission für Radiotelegraphie der British Association. Jahrb. 8. 289. 1914.
504. Groot, de C. J., Über das Wesen und die Ausschaltung von Störungen. Jahrb. 12. 532. 1918.
504. Deutsche Seewarte, Hamburg, Funk-Wetter. Liste und Schlüssel der Wetterfunksprüche, funkentelegraphischen Zeitsignale und Eismeldungen.

**Richtungsbestimmungen.**

518. Bellini, E. u. Tosi, A., System einer gerichteten drahtlosen Telegraphie. Jahrb. 1. 598. 1907.
- Das Radiogalvanometer von Bellini u. Tosi. Jahrb. 2. 511. 1909.
- Das Fundamentalprinzip des Systems für gerichtete drahtlose Telegraphie und Telephonie Bellini u. Tosi. Jahrb. 2. 608. 1909.
521. Hoffmann, H., Über die Verwendung von Spulen an Stelle von Antennen beim Empfang in der drahtlosen Telegraphie. Jahrb. 16. 31. 1920.

**Nachträge.**

523. Moldenhauer, L., Über Oberwellenerzeugung durch hochgesättigtes Eisen. Dissertation Darmstadt 1920.
523. Matthiessen, O., Über neue Resonanzerscheinungen in Wechselstromkreisen. Phys. Z. 11. 448. 1910.

# Namenverzeichnis.

## A.

- Abraham, M., Messung des Erdwiderstandes 334. 534.  
Adelmann, Zylindervariometer 122.  
Akkumulatorenfabrik A.-G., Berlin.  
Wehneltgleichrichter 56. 377.  
Alberti, E., Kapazitätswirkungen bei Hochfrequenzmessungen 530.  
Alexanderson, E. F. W., Hochfrequenzmaschinen 58. 526.  
Untersuchung von Eisen mit Hochfrequenz 533.  
Arco, G. Graf von, Großstelle Nauen 526.  
System Braun-Slaby-Arco 2.  
Austin, L. W., Antennenwiderstand 534.  
Drahtstärken für Hochfrequenzwiderstände 527.  
Gleichung für den Empfangsstrom 336. 538.  
Messung von Empfangsströmen 538. 539.  
Ayrton, Kugelvariometer 121.

## B.

- Bakhuis, Messung der Antennenkapazität 319.  
Barkhausen, H., Durchgriff 50.  
Gleichung für den Anodenstrom 444.  
— — — Empfangsstrom 336. 538.  
Güte einer Verstärkerröhre 445. 538.  
— eines Verstärkertransformators 446. 538.  
Behnken, H., Kapazität eines geraden Drahtes 295. 534.  
Messung der Kapazität von Antennen 318. 534.  
— von Kapazitäten 112. 528. 534.  
— Spulen 112. 534.  
Bellini, E., Gerichtete drahtlose Telegraphie 539.  
Benischke, G., Ersatzschaltungen für nicht verlustfreie Kondensatoren 527.

- Bjerknes, V., Gleichung für Dämpfungsmessungen 192. 530.  
Boas, H., Glimmlichtoszillograph 261. 533.  
Glimmlichtröhre 261.  
Löschfunkenstrecke 25. 525.  
Resonanzinduktor 360. 535.  
Bouvier, Untersuchung der Niederfrequenzkreise von Funkensendern 535.  
Brandes, H., Vakuumthermoelement 231. 531.  
Wirkungsweise der Kristalldetektoren 537.  
Braun, F., Braunsche Röhre 254. 532.  
Erdantenne 307.  
Ersatz offener Strombahnen durch geschlossene 538.  
Gegengewicht 305.  
Kristalldetektoren 537.  
Messung des Strahlungswiderstandes 330. 534.  
Parallelohmverfahren 539.  
System Braun-Slaby-Arco 2.  
Breisig, F., Dämpfungsmessungen mit künstlicher Leitung an Fernsprechleitungen 463. 537.  
Burstyn, W., Vieltonsender 5.  
Einfache Ableitung der Gleichung von Bjerknes 530.  
Empfangslautstärke und Abstimm-schärfe 538.  
Schleife als Empfänger 538.

## C.

- Campbell, A., Thermoelemente und Stromwandler 531.  
Chaffe, L., Aufnahmen mit Braunschauer Röhre 532.  
Chireix, siehe Bouvier.  
Coster, D., Audionsehaltungen 537.  
Coursey, P. R., Gleichungen und Tafeln zur Berechnung von Selbstinduktionskoeffizienten 128. 528 Tafel III u. IV.

- Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, Berlin.  
 Saitensummer 10.  
 Schleifer 436.  
 Schwingungsprüfer 263.  
 Senderröhre 377.  
 Spritzgußkondensatoren 83.  
 Topfnummer 10.  
 Überlagerer 401.  
 Überlagerungsempfänger 486.  
 Wellenmesser 166. 168.
- Giebe, E., Kapazitätswirkungen bei Hochfrequenzmessungen 530.  
 Messung von Induktionskoeffizienten 528.  
 Wechselstrombrücke 135. 528.
- Gildemeister, M., Meßlampe 526.
- Glage, G., Berechnung von Induktionskoeffizienten 528.  
 Verbesserungen am Kathodenstrahlenscilligraphen 532.  
 „Ziehen“ bei Zwischenkreisröhrensendern 535.
- Glaswerk Jena (Schott u. Gen.), Leydener Flasche 75.  
 Minosplattenverdichter 78.
- Glatzel, Br., Erzeugung hoher Funkenzahlen 27. 525.
- Goldschmidt, R., Hochfrequenzmaschine 4. 7. 17. 58. 526.  
 Tonrad 437. 537.
- Gossen, P., Thermoelemente 531.
- Groot, de C. J., Messung der Kapazität, Selbstinduktion und Eigenwelle von Antennen 316. 534.  
 Messung des Strahlungswiderstandes von Antennen 328. 534.  
 Störungen bei radiotelegraphischen Übertragungen 539.
- Gundlach, E., Braunsche Röhre mit Faradayschem Käfig 260.
- H.**
- Hahnemann, W., Dämpfung und Dämpfungsmessungen 530.  
 Erhöhung des Meßbereichs von Hitzdrahtgeräten 224.  
 Induktions- und kapazitätsfreier Widerstand 65.
- Hallborg, H., Resonanz im Niederfrequenzkreis von Funkensendern 535.
- Harms, F., „Ziehen“ bei Senderröhren 535.
- Hartenstein, Schaltung zur Erhöhung des Wirkungsgrades von Lichtbogengeneratoren 369.
- Hartmann-Kempf, R., Hitzbandstrommesser 531.
- Hartmann und Braun, Frankfurt a. M., Drehspulengalvanometer 70.  
 Hitzbandstrommesser 227.  
 Hitzdrahtstrommesser für kleine Ströme 223.  
 Wechselstrommaschinen für mittlere Frequenzen 15.
- Hauser, Messung des Durchgriffs 392.
- Hausrath, H., Differentialverfahren 107. 528.  
 Hilfsmittel zur Untersuchung von Schwingungsvorgängen 532. 533.
- Heegner, K., „Ziehen“ bei Röhrensendern 536.
- Hehl, N., Beziehung zwischen Höhe der Glühlichtschicht und Stromstärke 261. 533.
- Hertz, H., Theoretische Grundlagen der drahtlosen Telegraphie 1.
- Herweg, J., Messung kleiner Kapazitätsänderungen mit Überlagerer 528.
- Heyland, A., Hochfrequenzmaschine 17.
- Hirsch, R., Unmittelbar anzeigender Wellenmesser 168.
- Hoegelsberger, L., Dämpfungsmessung 214. 530.  
 Kopplungsmessung 529.
- Hoffmann, G., Elektrometer mit kleiner Kapazität 532.
- Hoffmann, H., Empfang mit Rahmenantenne 538.  
 Richtungsbestimmung, eindeutige, mit Rahmenantenne 521. 539.
- Hohage, K., Dreispannungsmesserverfahren 249. 532.  
 Kathodenröhren, Schaltung und Untersuchung von — 55. 526.  
 Röhrenspannungsmesser 243. 532.
- Huizinga, M. J., Gleichrichterwirkung der Kristalldetektoren 431. 537.
- Hund, A., Differentialtransformator 107. 528.  
 Eisenuntersuchungen 533.  
 Thermokreuzbrücke 531.

- Marconi, G., Erdantenne 307.  
 Kondensatoren 75.  
 Senderschaltung 2.
- Martens, F. F., Auflösung von Lissajous Figuren 533.  
 Messung der Eigenwellenlänge von Antennen 312.  
 Mittelfrequente Vorgänge in Tonfunkensendern 535.
- Matthiessen, O., Kipperscheinung 539.
- Mayer, E., Messung von Hochfrequenzleistungen mit Elektrometer und dessen Eichung 249. 532.
- Mc Lachlan, N. W., Stromtransformatoren 531.
- Meißner, A., Eigenwelle von Antennen verschiedener Form 298. 534.  
 Rückkopplung bei Röhrendern 52. 526.  
 Untersuchungen am Überlagerungsempfänger 538.  
 Zeichnerische Untersuchung von Röhrendern 536.
- Meyer, F., Verbesserungen am Schleifenzosillographen 253.
- Moldenhauer, L., Oberwellenerzeugung bei hochgesättigtem Eisen 539.
- Möller, H. G., Eingitterröhre als Audion und Gleichrichter 538  
 Verfahren zur zeichnerischen Untersuchung von Senderröhren 537.  
 „Ziehen“ bei Senderröhren 535.
- Moseicki, J., Hochspannungskondensator 74. 527.
- Mühlbrett, K., Erhöhung des Glühfadenstroms durch den Anodenstrom 378. 535.  
 Ozillographenaufnahmen an Senderröhren 456. 537.  
 Untersuchung von Verstärkertransformatoren 537.
- N.**
- Nauen, Zeitzeichen der Großstelle Nauen 506.  
 Wetterberichte der Großstelle Nauen 507.
- Nesper, E., Wellenmesser 529. 530.  
 Neuhaus, Th., Bolometer 531.
- O.**
- Orlich, E., Aufnahme und Analyse von Wechselstromkurven 533. 536.
- Orlich, E., Messungen mit der Wechselstrombrücke 93. 527. 528.
- Ort, K., Aufnahmen mit Braunscher Röhre 533.
- Osnos, M., Frequenzwandler 526.  
 Röhrendern 535.
- P.**
- Papalexii, N., Hochfrequenzdynamometer mit Kurzschlußring 172. 529.
- Paschen, P., Empfindlichkeiten von Telephonen (Zahlentafel) 471. 536.  
 Messung der Empfindlichkeiten von Telephonen 466. 469. 538.  
 — des Verstärkungsgrades 461. 538.  
 Röhrendern für niedrigere Frequenzen 467. 538.
- Pedersen, P. O., Selektivität beim Sekundärempfang 538.  
 Untersuchung von Lichtbogengeneratoren 535.
- Perry, Kugelvariometer 121.
- Peuckert, W., Frequenzmesser 170.
- Physikalisch-technische Reichsanstalt, Thermolement 232.
- Pirani, M., Empfindlichkeiten von Telephonen (Zahlentafel) 471. 536.  
 Messung der Empfindlichkeit von Telephonen 466. 469. 536.  
 — des Verstärkungsgrades 461. 538.  
 Röhrendern für niedrigere Frequenzen 467. 536.
- Poulsen, V., Lichtbogengeneratoren 29. 31. 33. 37. 525.  
 Poulssches Lichtbogensystem 3.  
 Ticker 435. 525.
- Preuner, G., Kalorimeter 219. 530.  
 Kalorimetrische Messung des Verlustwiderstandes von Spulen 220. 530.  
 — — des Wirkungsgrades von Senderröhren 467. 537.  
 Messung kleiner Kapazitäten mittels Überlagerer 486. 538.
- Pungs, L. siehe Preuner, G.
- Pusch, J., Messung des Erdwiderstandes 334. 534.
- R.**
- Rausch v. Trautenberg, H., Messung der Strahlungsleistung von Antennen 330. 534.  
 Messung der Leitfähigkeit des Erdbodens 334. 534.

Reich, M., Leistungsmessungen mit Bin-  
antennelektrometer 532.  
Rein, H., Empfänger 538.  
Erzeugung hoher Funkenzahl 25.  
Isolator 277.  
Komusspulen 120.  
Lichtbogengenerator mit umlaufen-  
dem Bogen 33. 38.  
Reine Stoßerregung 23.  
Tafel zur Berechnung von Wellen-  
längen 160.  
Variometer für starke Ströme 122.  
Vieltonsender 5. 366. 525. 535.  
Reiß, E. v., Liebenröhre 537.  
Reithoffer, M., Resonanzfrequenz in  
Schwingungskreisen 529.  
Rendahl, Flachspulenvariometer 121.  
Richardson, O. W., Gleichung für den  
Sättigungsstrom 44. 526.  
Rietz, W., Messung von Spulenkapazi-  
täten 112. 528.  
Rogowski, W., Aufnahmen mittels  
Braunscher Röhre 533.  
Roschansky, D., Untersuchungen an  
Funkenstrecken 534.  
Roux, E., Verbessertes Parallelohm-  
verfahren 502. 539.  
Rukop, H., Wirkungsweise der Katho-  
denstrahlröhren als Wellenan-  
zeiger und Sender 538.  
Runge, Bestimmung der Oberwellen von  
Wechselstromkurven 414. 536.

S.

Salinger, H., Messungen mit Röhren-  
voltmeter 532.  
Überlagerungsempfang 538.  
Samson, C., Braunsche Röhre mit  
Glühkathode 255. 532.  
Spannungsmessungen mit der Braun-  
schen Röhre mit Glühkathode 243.  
532.  
Sanden, Zeichnerisches Verfahren zur  
Ermittlung der Oberwellen einer  
Wechselstromkurve 414. 536.  
Schapira, C., Erzeugung von Ober-  
schwingungen bei Lichtbogengene-  
ratoren 42. 529.  
Scheller, O., Aperiodischer Empfang  
474.  
Dynamometrischer Wellenmesser 176.  
529.

Scheller, O., Funkenstrecke für hohe  
Funkenzahlen 26.  
Kondensator, ausgewuchteter 81.  
Kopplungsmessungen 155.  
Messung von Wellenlängen 180.  
Störfreie durch die Kopplungs-  
art 142.  
Sehering, H., Vibrationsgalvanometer  
71. 527.  
Schloemilch, W., Elektrolytische Zelle  
429. 537.  
Schmidt, K., Frequenzwandler 523.  
Mittelfrequenzkreis von Löschfunken-  
sendern 534.  
Schmidt, K. E. F., Günstigste Gleich-  
stromstärke für Bolometer 236. 531.  
Schmidt, R., Vibrationsgalvanometer  
71. 527.  
Schott u. Gen., Glaswerk Jena, Leyde-  
ner Flasche 75.  
Minosplattenverdichter 78.  
Schottky, W., Raumladestrom, (Glei-  
chung für den Anodenstrom 444. 526.  
Röhrenverstärker 538.  
Schutzgitter, Raumladegitter 447.  
Schreiber, K. A., Prüfung von Isolier-  
stoffen (Buch) 533.  
Schwaiger, A., Prüfung von Isolier-  
stoffen (Lehrbuch) 533.  
Seibt, G., Bedingung für die günstigste  
Telephonieschaltung 512.  
Dynamometrischer Wellenmesser 172.  
Gefräste Kondensatoren 80, 82. 527.  
Gleichung des Resonanzinduktors  
350. 535.  
Messung kleiner Kapazitäten 106. 528.  
Resonanzwellenmesser 167.  
Richtungsfinder für zwei gekreuzte  
Antennen 514.  
Seitz, W., „Zichen“ bei Senderöhren 535.  
Signal-Gesellschaft Kiel, Lautstärke-  
messer 501.  
Siemens & Halske, Berlin-Siemensstadt.  
Hitzdrahtstrommesser mit induktiven  
Nebenschluß 226.  
Induktionsbrücke 132.  
Künstliche Leitung für Verstärkungs-  
messungen 463.  
Schleifenoszillograph 253.  
Thermoelemente 231.  
Wechselstrommaschinen für mittlere  
Frequenzen 13.

- Simon, Th., Lichtbogenhysteresis 30. 525.  
 Reihenschaltung von Lichtbogen 31.  
 Sommerfeldt, A., Gleichung für den Empfangsstrom 336.  
 Sörensen, A. S. M., Radiostation Eilvese 526.  
 Tafel zur Berechnung von Wellenlängen 161. 529.  
 Stone, Empfänger mit Zwischenkreis 476.  
 Szilard, B., Zeigerelektrometer mit kleiner Kapazität 241. 532.
- T.**
- Tesla, N., Hochfrequenzmaschine 4. 58.  
 Tosi, A., siehe Bellini.
- V.**
- Verband Deutscher Elektrotechniker.  
 Vorschriften für die Prüfung von Isolierstoffen 271. 275. 533.  
 Voege, W., Thermoclement 531.  
 Vogel, H., „Ziehen“ bei Röhrendern 535.  
 Vos, M., Messung der Funkenzahl 534.  
 Messung der Zündspannung von Funkenstrecken 289. 534.  
 Schaltungen und Untersuchung von Röhrendern 537.  
 Vreeland, Wechselstromerzeuger für mittlere Frequenzen 15. 525.
- W.**
- Wagner, K. W., Ersatzschaltungen für Antennen und Berechnung ihrer Kapazität und Eigenwelle 534.  
 Messungen mit der Wechselstrombrücke 93.  
 Wagner, K. W., Messung von Kapazitäten und dielektrischen Verlusten 528.  
 Wehnelt, A., Gleichrichter 56. 535. 537.  
 Wehnelt röhre 43. 438. 537.  
 Weinberger, J., Entwurf der Niederfrequenzseite von Löschfunkensendern 535.  
 Weller, R., Schwebungsverfahren zur Messung von Schwingungszahlen 529.  
 Wertheimer, A., siehe Wagner.  
 Weston, Frequenzmesser 172.  
 Wien, M., Dämpfungsmessungen mit Stoßerregung 199. 530.  
 Messungen mit der Wechselstrombrücke 93. 527. 528.  
 Stoßerregung 3.  
 Überlagerungsempfang 538.  
 „Ziehen“ bei Röhrendern 535.  
 Wiesent, H., Unmittelbar anzeigender Dämpfungsmesser 204. 530.
- Z.**
- Zehnder, Erdantenne 307.  
 Zenneck, J., Doppelblende bei Braunschauer Röhre 260.  
 Gleichungen zur Berechnung des Wechselstromwiderstandes 63. 527.  
 Kurvenaufnahme mit Braunschauer Röhre 256. 533.  
 Unterschied zwischen Galvanometer- und Telefonstrom beim Empfang mit Kristalldetektoren 504. 539.  
 Vertauschungsverfahren zur Messung von Empfangsströmen 502. 539.  
 Ziegler, R., Schaltungen und Untersuchung von Röhrendern 535.  
 Zöllich, H., Vibrations-Galvanometer 527.

## Sachverzeichnis.

### A.

- Abreißfunkenstrecke für Löschfunken-  
sender 23, 346.
- Abstimmfähigkeit 341.
- Abstimmfähigkeit 479.
- , Bestimmung der — 503.
- Antennen 294.
- , Bestimmungsstücke 294.
- , Beziehungen zwischen Eigenwelle  
und Drahtlänge 298.
- , Eigenwelle 295, 296, 310.
- —, ihre Messung 310.
- , Erd- 297, 307.
- , Formen 297.
- , Formziffer 300.
- , Glimm- und Sprühverluste 362.
- , — Messung derselben 326.
- , Höhe wirksame 299.
- , Kapazität 294, 296, 298.
- , magnetisches und elektrisches Feld  
301.
- , Rahmen- siehe Rahmenantenne.
- Antennen, Messungen an — 310.
- —, Bestimmung der Lage des Span-  
nungsknotens 313.
- —, Messung des Dämpfungsdekre-  
mentes 322.
- — —, durch Aufnahme der Re-  
sonanzkurve 322.
- — —, durch Vertauschung 325.
- — —, mittels des Vergleichsverfah-  
rens 324.
- — —, Messung der Eigenwelle 310.
- — —, Messung der Kapazität 314.
- — —, der Selbstinduktion 314.
- — —, des Strahlungswiderstandes 326.
- — —, nach de Groot 328.
- — —, nach Erskine-Murray 327.
- — —, nach Rausch von Traubenberg  
330.
- , Selbstinduktionskoeffizient 295.
- , Spulen- siehe Rahmenantenne.

- Antennen, Strahlungsleistung 301.
- , Strahlungswiderstand 301.
- , Verlängerungs- und Verkürzungs-  
zahl 299.
- , Widerstand, gesamt wirksamer  
302.
- , wirksame Höhe 299.
- , Wirkungsgrad 303.
- Anrufgeräte 471.
- Aperiodische Schaltung 474.
- Stoßerregung 25.
- Aperiodischer Detektorkreis 477.
- Ausgleichstransformator für Röhren-  
sender 382, 535.

### B.

- Belichtungsfunkenstrecke für Lösch-  
funken sender 23, 344.
- Betriebskapazität 86.
- Betriebswelle bei Lichtbogensendern  
369.
- Binantenelektrometer, Leistungsmes-  
sungen mit — 247.
- Blockkondensatoren für Lichtbogen-  
generatoren 79, 367.
- für Empfänger, Größe 429.
- Bolometer 235.
- , Eichung mit Brücke 236.
- — —, mit der Kompensationsschal-  
tung 237.
- , günstigste Gleichstromstärke 236.
- Brückenmessungen 93, 130.
- , Erdung bei — 97.
- , Fehlerquellen 94, 97, 132.
- , Nullzeiger 94.
- , Schärfe der Einstellung des Null-  
stromes 94, 132.
- Braunsche Röhre 254.
- , Ablenkungsspulen für die — 255.
- , Kondensatorplatten für die — 255.
- mit hohem Vakuum und Glüh-  
kathode 255.

Braunsche Röhre, Empfindlichkeit derselben 255.  
 —, Schaltung von Mandelstam 256.  
 —, Spannungsmessungen mit ihr 245.  
 —, Störungen bei Untersuchungen mit ihr 260.  
 —, Unzeichnen der Lissajous Figuren in Zeitkurven 258.  
 —, Verkleinerung des Luminiszenzflecks mit Gleichstromspule 260.  
 Büschelentladung 270.

## D.

Dämpfung 186.  
 Dämpfungsbeitrag von Spulenträgern 268.  
 —, seine Messung mit Differentialtransformator 269.  
 Dämpfungsmesser, unmittelbar anzeigender, von Kolster 203.  
 —, von Wiesent 204.  
 Dämpfungsmessungen 191.  
 — an Antennen siehe Antennen.  
 —, Dreispaltungsmesserverfahren 217.  
 — durch Aufnahme der Resonanzkurve 193.  
 — durch Stoßerregung 199. 210.  
 —, kalorimetrisches Verfahren 217.  
 — mit Differentialtransformator 107, 216.  
 — mit Schwingungen mit gleichbleibenden Scheitelwerten 201. 205.  
 — mit Vergleichsverfahren 204.  
 —, Vergleichswiderstände für — 205.  
 —, Zusammenstellung der Verfahren 191.  
 Dämpfungskoeffizient 186.  
 — als Quotient zweier Arbeitswerte 189.  
 —, Vergrößerung desselben bei Kondensatoren durch Widerstände im Nebenschluß 190.  
 Dämpfungswiderstand 188.  
 Dämpfungsziffer 186.  
 Drahtquerschnitte, zulässige, für Hochfrequenzwiderstände 64.  
 Drehkondensator 82.  
 —, Eichung mit Brücke 98.  
 — —, Hochfrequenz und Niederspannung 103.  
 Dielektrische Verluste 266.  
 Dielektrizitätskonstante 115. 266.  
 —, Messung derselben, Zusammenstellung der Verfahren 267.

Differentialluftthermometer 222.  
 Differentialtransformator, Abmessungen 107.  
 Differentialverfahren, kalorimetrisches 221.  
 Differentialverfahren, Messung von Kapazitäten 107. 216.  
 —, Untersuchung von Spulen mit dem — 286.  
 Dreispaltungsmesserverfahren 217. 249.  
 Durchbruch, vollkommener, bei Isolierstoffen 270.  
 Durchgangswiderstand bei Isolierstoffen 271.  
 Durchgriff bei Kathodenstrahlröhren 48. 50. 389.  
 —, Messung desselben 391. 394.  
 — und Verstärkung 445.

## E.

Eigenkapazität von Spulen 124.  
 —, Messung derselben 111. 458.  
 — von Widerständen 65. 83.  
 Eigenschwingungszahl einer Telefonmembran, ihre Messung 465.  
 Eigenselbstinduktion von Kondensatoren 141.  
 Eingitterröhren 438.  
 — als Gleichrichter 439.  
 — als Wellenanzeiger 439.  
 —, Audioschaltung 440.  
 —, Güte 445.  
 —, Kennlinien 439.  
 Eisenuntersuchungen mit Hochfrequenz 279.  
 Eisenverluste 282.  
 —, Verfahren zur Bestimmung der 283.  
 Elektrolytische Zelle 429.  
 —, Herstellung 429.  
 —, Schaltung 429.  
 —, Untersuchung 430.  
 Elektrometer, Binanten-, Leistungsmessung mit dem — 247.  
 —, Faden- 241.  
 Elektrometer, Kapazität 241.  
 —, Leistungsmessung 247.  
 —, Spannungsmessung 240.  
 — von Hoffmann 531.  
 — von Szilard 241.  
 Empfang mit Rahmenantenne 495.  
 Empfangseinrichtungen 472.

Empfangseinrichtungen, Eichung von 499.  
 —, Messungen an — 499.  
 —, Schaltung der Luftleiter für — 472.  
 — —, Wellenanzeiger 472.  
 Empfangsleistung 481.  
 — und Lautstärke 481.  
 Empfangsströme, Gleichung für die — 336.  
 —, Größe 481.  
 —, Messung 505.  
 Empfindlichkeit von Galvanometern 70.  
 — von Telephonen 466, 471.  
 — —, Messung derselben 469.  
 Empfindlichkeit, Leistungs-, von Telephonen 466, 471.  
 —, Spannungs-, von Telephonen 466, 471.  
 —, Strom-, von Telephonen 466, 471.  
 Empfindlichkeitsziffer von Telephonen 468.  
 Entladestrecken 287, siehe auch Funkenstrecken.  
 —, Verluste in — 288.  
 Erdantenne 297, 307, 520.  
 Erdung der Brücke 97.  
 Ersatzschaltung für die Niederfrequenzkreise von Löschfunkensendern 355.  
 — für nicht verlustfreie Kondensatoren 88.  
 — für Spulen 123.  
 — für nicht kapazitätrefreiwiderstände 67.

**F.**

Fremderregung von Kathodenstrahlröhren 51.  
 Frequenzwandler 60, 523.  
 Fritterempfang 497.  
 Fritterprüfung 427.  
 Funkenerreger 19.  
 — bei Dämpfungsmessungen 192, 210.  
 Funkenlänge und Kopplung bei Löschfunkensendern 292.  
 Funkenspannung bei Löschfunkensendern, Messung der — 289.  
 Funkenstrecken 287.  
 —, Abreiß- 346.  
 —, Beleuchtungs- 344.  
 —, Dämpfungswiderstand, Messung 292.  
 —, Erwärmung 293.  
 — für Dämpfungsmessungen 197.

Funkenstrecken für hohe Funkenzahlen 26.  
 — für Spannungsmessungen 245.  
 —, Knall- 20.  
 —, Lösch- 21.  
 —, umlaufende 28.  
 —, Zisch- 21.  
 Funkenzahl, Erzeugung hoher 26.  
 —, Messung mit elektromagnetischer Stimmgabel 292.  
 —, — mit Glimmlichtoszillograph 291.  
 —, — mit stroboskopischer Scheibe 290.  
 —, — mit umlaufendem Leuchtrohr 291.  
 — und Leistung bei Löschfunkensendern 293.

### G.

Galvanometer 69.  
 —, Empfindlichkeit 70.  
 —-formen, verschiedene, Zusammenstellung 70.  
 —, Nadir- 70.  
 —, Vibrations- 70.  
 — — von Schering und Schmidt 71, 72.  
 — — von Zölllich 72.  
 Gasfreiheit der Elektroden von Kathodenröhren 399.  
 —, Prüfung der — 399.  
 Gegengewicht 305.  
 Gitter 45.  
 Gitterkondensator 440.  
 Gitterstrom 46.  
 —, Einfluß der Anodenspannung auf den — 414.  
 —, Nullwerden desselben 46.  
 Gitterwiderstand 389.  
 —, seine Messung 394.  
 Gleichrichter 56, 377, 536.  
 Gleitfunkenüberschlag 270.  
 Glimmen und Sprühen bei Antennen, Untersuchung desselben 326.  
 — — bei Isolatoren 277.  
 Glimmlichtoszillograph 260.  
 —, Messung von Funkenzahlen mit — 291.  
 —, — von Wellenlängen mit — 179.  
 Glimmlichtröhre von Gehrke 261.  
 — von Boas 261.  
 — —, Spannung, kleinste, für sie 261.  
 — —, Stromstärke für sie 261.  
 Glimmstrom bei Isolatoren 277.

- Güte des Vakuums 397.
- , Messung, Beispiel hierzu 398.
- , Zahlenwerte 398.
- eines Verstärkertransformators 446.
- einer Verstärkerröhre 445.

### H.

- Hautwirkung 62.
- Hilfszündung bei Löschfunkensendern 355.
- Hitzbandstrommesser von Hartmann & Braun 227.
- Hitzdrahtspannungsmesser 241.
- Hitzdrahtstrommesser 222.
  - , Aufbau 222.
  - , Eichung mit Thermoelementen 229.
  - —, kalorimetrische 230.
  - —, indirektes Verfahren 230.
  - , Zahlentafel über — 223.
  - , Erhöhung des Meßbereichs 223.
  - mit induktivem Nebenschluß 226.
  - mit unterteiltem Hitzdraht 229.
- Hitzdrahtwattmeter, sogenannte 223.
- Hochfrequenzmaschine 57.
  - von Alexanderson 58.
  - von Goldschmidt 57.
- Hochfrequenzsicherungen für Löschfunkensender 349.
- Hochfrequenzverstärker 451.
  - , Durchgriff und Verstärkung 445.
  - , Güte der Verstärkerröhre und Verstärkungsgrad 445.
  - , Messung des Verstärkungsgrades 459.
  - , Schaltung 451.
- Hörer siehe Telephone.
- Homogenität von Isolierstoffen, Prüfung 273.

### I.

- Induktion, gegenseitige, siehe Koeffizient der gegenseitigen Induktion.
- Induktiver Widerstand 122.
- Induktivitäten 118.
- Isolationsstrom 273.
- Isolatoren, Anforderungen an — 277.
  - , Glimmstrom 277.
  - , Prüfung 276.
- Isolierfähigkeit, Maß hierfür 271.
- Isolierstoffe, Durchschlagsfestigkeit 269.
  - , Homogenität 273.
  - , Isolierfähigkeit 271.
  - , Lichtbogensicherheit 274.

- Isolierstoffe, mechanische Festigkeit 274.
  - , Nachwirkungsleitfähigkeit 273.
  - , Nachwirkungsstrom 273.
  - , Oberflächenwiderstand 271.
  - , Prüfung 266.
  - , Wärmeprüfung 274.

### K.

- Kalorimeter 219.
  - , Bestimmung des Wirkungsgrades von Senderröhren mit — 422.
  - , Bestimmung von Dämpfungswiderständen mit — 217.
- Kapazitäten 73.
  - , Berechnung 91.
  - , Beseitigung ihres Einflusses auf die Wellenlänge 114.
  - , Einheiten 91.
  - , Messung 92.
    - —, Batteriekapazitäten 110.
    - —, mit Differentialtransformator 107.
    - —, mit dem indirekten Verfahren 109.
    - —, mit dem Resonanzverfahren 103.
    - —, mit dem Verfahren von Seibt 106.
    - —, mit der Brücke 93.
    - —, sehr kleiner, mit Überlagerer 485.
    - —, von Spulenkapazitäten 111.
- Kapazität von Detektoren 113.
  - von Elektrometern 241.
  - von Isolatoren 113.
  - von Leitungen 113.
  - von Verstärkertransformatoren 454.
  - —, ihre Messung 458.
  - von Widerständen 113.
- Kapazitätsbrücken 101.
- Kapazitätsfreie Wicklung von Spulen 118.
- Kapazitiver Widerstand 84.
- Kathodenröhren 42. 376. 438. Siehe auch Röhrensender.
  - als Schwingungserzeuger 51.
  - als Wellenanzeiger 439.
  - , Bestimmungsstücke 389.
- Kennlinien von Kathodenstrahlröhren 46. 414. 439. 448. 449.
  - , Aufnahme der — 391.
  - , — Schaltung hierzu 47.

Knallfunkenreger 19.  
 —, Schwingungsbild 20.  
 —, Vorgang 20.  
 Knallfunkenstrecke 20.  
 Koeffizient der gegenseitigen Induktion 145.  
 —, Berechnung für quadratische Spulen 333.  
 —, seine Bestimmung aus der Widerstandsänderung 158.  
 —, — durch Spannungsmessungen 155.  
 —, seine Messung mit der Brücke 149.  
 —, — nach Kiebitz 153.  
 Kondensatoren, Ausführungsformen 73.  
 —, Betriebskapazität 86.  
 —, Block- siehe Blockkondensatoren.  
 — des Gaswerks Jena 75. 78.  
 —, Eichkurve 92.  
 —, Ersatzschaltung für nicht verlustfreie 88.  
 — für Empfangszwecke 81.  
 — für Löschfunkensender 343.  
 — für Sendezwecke 74.  
 — mit besonderer Randkurve 92.  
 —, Moscicki- 74.  
 —, Schaltung 85.  
 — von Scheller 79. 80. 82.  
 — von Seibt 82.  
 — von Rein 78.  
 —, Spritzguß- 83.  
 —, Verlustwiderstand 88.  
 —, Verlustwinkel 80.  
 Kondensator- und Widerstandskapazität 92.  
 Kopplung, Arten der — 141.  
 —, Einfluß auf den Funken 22.  
 —, feste und lose 145.  
 —, gemischte 142.  
 —, günstigste, bei Löschfunkensendern 22, 25.  
 —, induktive 142.  
 —, kapazitive 142.  
 —, kapazitive oder induktive zur Störfreiung 142. 479.  
 —, scheinbare Widerstandsvergrößerung durch die — 146. 147.  
 — und Lautstärke 476.  
 Kopplungsart und Resonanzkurven 142.  
 Kopplungskoeffizient (Kopplungsziffer, Kopplungsfaktor) 20. 141. 145.  
 —, Messung desselben 148.  
 —, — mittels Brücke 149.

Kopplungskoeffizient, Messung mittels der Kopplungswellen 151.  
 —, — mittels der scheinbaren Widerstandsänderung 158.  
 —, — mittels Spannungsmessungen 155.  
 —, — mittels Wellenmesser 150.  
 —, — nach Kiebitz 153.  
 —, — nach Scheller 155.  
 Kopplungsgrad 146.  
 Kopplungsspulen 144.  
 Kopplungswellen 145. 146.  
 Kopplungsziffer siehe Kopplungskoeffizient.  
 Kopplung und Lautstärke 476.  
 Kreisfrequenz 84.  
 Kristalldetektoren 237, 431.  
 —, Kennlinien von 432.  
 —, Schreibempfang mit — 497.  
 —, Unterschied zwischen Galvanometer und Telephonstrom 504.  
 —, Untersuchung von — 430.  
 Künstliche Leitung für Verstärkungsmessungen 463.

## L.

Lautstärke, atmosphärische Störungen und Güte der Zeichen 501.  
 Lautstärkemessung 500.  
 — mit dem Parallelohmverfahren 500.  
 — mit dem verbesserten Parallelohmverfahren von Roux 501.  
 — mit dem Vertauschungsverfahren von Zenneck 502.  
 Lautstärke und Empfangsleistung 481.  
 — und Kopplung 476.  
 Leitfähigkeit des Erdbodens, Messung 334.  
 —, — aus der Stromabnahme 334.  
 —, — durch Bestimmung des wirklichen Widerstandes 335.  
 Leistung, mittlere Wechselstrom- 245.  
 Leistungsempfindlichkeit von Telephonen 466, 471.  
 —, Bestimmung der — 469.  
 Leistungsmessung 245.  
 — durch Strom- und Spannungsmessung 246.  
 —, elektrometrische 247.  
 — mit Binantenelektrometer 247.  
 — mit Dreispaltungsmesserverfahren 249.  
 —, —, Beispiel hierzu 252.

- Lichtbogenhysteresis 30.  
 —, Mittel zu ihrer Verringerung 31.  
 Lichtbogengeneratoren 29.  
 —, Ausführungsformen 35.  
 —, Blockkondensatoren für — 79. 367.  
 — der Gesellschaft für drahtlose Tele-  
 graphie 40.  
 — der Lorenz C. A.-G. 37. 39. 370.  
 — nach Gildemeister 526.  
 — nach Kiebitz 40.  
 — nach Lindemann 39.  
 — nach Poulsen 35. 370. 372.  
 — nach Rein 38.  
 —, Oberschwingungen, Erzeugung von  
 — 41. 43.  
 —, transversales Magnetfeld für — 31,  
 33.  
 —, Schaltung 35.  
 Lichtbogenkennlinie, dynamische 31.  
 —, statische 29.  
 Lichtbogenschwingungen I., II., III. Art  
 31.  
 —, Aufnahmen mit Glimmlichtoszillo-  
 graph 36.  
 —, Aufnahme mit Schleifenscillograph  
 32. 34.  
 —, Nachweis von Schwingungen I. Art  
 33.  
 —, Prüfung der Gleichmäßigkeit 372.  
 Lichtbogensender 366.  
 —, Betriebswelle 369.  
 —, Drosseln 367.  
 —, Geben der Zeichen bei ihm 369.  
 —, Messungen 372.  
 —, Schaltungen 35. 366.  
 —, Schaltung von Hartenstein 369. 374.  
 —, Verstimmungswelle 369.  
 —, Wirkungsgrad, Messung desselben  
 373, 375.  
 — — —, Beispiel hierzu 374.  
 Lichtbogensicherheit, Prüfung derselben  
 bei Isolierstoffen 274.  
 Lichtschreiber 498.  
 Lissajoufiguren 258.  
 — auf Zylinder 258.  
 —, Verfahren zum Umzeichnen der —  
 in Zeitkurven nebst Beispiel 258.  
 Löschdrossel für Löschfunkensender 23,  
 346.  
 Löschfähigkeit, Einfluß derselben auf  
 die Gleichmäßigkeit der Schwingun-  
 gen 22.  
 Löschfähigkeit, Hilfsmittel zur Verbes-  
 serung der — 23.  
 Löschfunkenstrecken 21. 23.  
 —, Ausführungsformen 23.  
 —, Elektroden 23.  
 —, Löschwirkung 22.  
 Löschfunkenerreger 21.  
 —, Schwingungsbilder 21.  
 —, Wirkungsweise 21.  
 Löschfunkensender 342.  
 —, Abreißfunkenstrecke 23. 346.  
 —, Belichtungsfunkenstrecke 23. 344.  
 —, Einstellung 350.  
 —, — der Niederfrequenzkreise 350.  
 —, — der Hochfrequenzkreise 352.  
 —, — der Resonanz in den Nieder-  
 frequenzkreisen 350.  
 —, — der Tonreinheit 353.  
 —, Ersatzschaltung für die Niederfre-  
 quenzkreise 355.  
 —, Geben der Zeichen 347.  
 —, Hilfsmittel zur Steigerung der Lei-  
 stung 355.  
 —, Hilfszündung 355.  
 —, Hochfrequenzsicherungen 349.  
 —, Kondensatoren für den Stoßkreis  
 343.  
 —, Kopplung, günstigste 22. 25.  
 —, Löschdrosseln 23. 346.  
 —, Pendelumförmiger 342.  
 —, Schutz der Niederfrequenzgeräte  
 gegen Hochfrequenzströme 348.  
 —, Schutzdrosseln 348.  
 —, Schutzkondensatoren 349.  
 —, Tondrossel, Tonprüfer und Ton-  
 zeiger zum Einstellen der — 22. 353.  
 —, Transformatoren 343.  
 —, Untersuchung der — 355.  
 —, Wirkungsgrad, Messung desselben  
 362.  
 —, — Beispiel 363.  
 —, Überlappen der Wellenzüge 355.  
 —, Hilfsmittel zum Vermeiden des  
 Überlappens 355.  
 Luftleiter siehe Antennen.

### M.

- Magnetdetektor 428.  
 Magnetische Leitfähigkeit (Permeabili-  
 tät) 279. 280.  
 —, Maß für die — bei Hochfrequenz-  
 strömen 280.

- Magnetisierungskurven 279.  
 —, Aufnahme der — 281.  
 Mechanische Prüfung von Isolierstoffen 274.  
 Meßlampe der C. Lorenz A.-G. 39.  
 — von Kiebitz 40.  
 — von Lindemann 40.  
 Mikrophonsummer 11.  
 — von Dolezalek 11.  
 — von Larsen 12.  
 Minosplattenverdichter des Glaswerks Jena 78.

**N.**

- Nachwirkungsleitfähigkeit bei Isolierstoffen 273.  
 Nachwirkungsstrom bei Isolierstoffen 273.  
 Nadelvibrationsgalvanometer 77.  
 Nadirgalvanometer 70.  
 Niederfrequenzverstärker 452.  
 —, günstigste Betriebsbedingungen 442.  
 —, Messungen an Transformatoren für — 456.  
 —, Schaltung 452.  
 —, Verstärkertransformatoren, siehe Verstärkertransformatoren.  
 —, Verstärkungsgrad 446.  
 — —, Messung desselben 459. 462.  
 Nullstrom (Ruhestrom) bei Röhrensendern 51. 421.  
 —, seine Bestimmung 417. 421.  
 —, sein Einfluß auf das Einsetzen der Schwingungen 406.  
 —, sein Einfluß auf Kurvenform und Wirkungsgrad 408.  
 Nullzeiger für Brückenmessungen 94.

**O.**

- Oberflächenwiderstand bei Isolierstoffen 271.  
 —, seine Messung 271.  
 Oberflächenwirkung 62.  
 — bei Magnetisierung des Eisens 279.  
 Oberschwingungen, Bedingungen für das Entstehen von — bei Röhrensendern 52. 405.  
 —, Eichung von Wellenmessern mittels — 183.  
 —, Ermittlung der — einer verzerrten Wechselstromkurve 412.  
 —, Erzeugung bei Lichtbogengeneratoren 41.  
 — — bei Röhrensendern 52. 405.

**P.**

- Pendelumformer für Löschfunkensender 342.

**R.**

- Rahmenantenne 307. 495.  
 —, Aufbau 495.  
 —, Richtungsbestimmungen 517. 520.  
 —, Vorzüge 497.  
 Randentladung 270.  
 Raumladegitter 447.  
 Raumladestrom 45.  
 Raumladewirkung 45.  
 Resonanzanzeiger 161.  
 —, Schaltung 162.  
 Resonanzinduktoren 360.  
 —, Aufnahme der Resonanzkurven 360.  
 Resonanzkurve 193.  
 —, Einfluß des Funkens auf ihren Verlauf 199.  
 —, Verlauf und Art der Kopplung 142.  
 Resonanzwellenmesser 161. (Siehe auch Wellenmesser.)  
 Reichweite 336.  
 —, Meteorologische Einflüsse auf die — 340.  
 —, Wellenlänge und — 340.  
 Richtungsbestimmungen 517.  
 —, Fehlerquellen hierbei 522.  
 — mit Rahmenantenne 520.  
 — —, eindeutige 521.  
 — mit Sternantenne 517.  
 — mit zwei gekreuzten Antennen 518.  
 Richtungsfinder von Seibt 518.  
 Röhrensender 376.  
 —, Ausgleichtransformator 382. 535.  
 —, Beispiel einer Ausführungsform für Gleich- und Wechselstrombetrieb 380.  
 —, — — für reinen Wechselstrombetrieb 381.  
 —, Bestimmungstücke 389.  
 —, Betriebsbedingungen 376.  
 —, Gleichrichter 377. 535.  
 —, Rückkopplung 52. 378.  
 —, Schaltungen 379.  
 —, Untersuchung derselben siehe Senderröhren.  
 —, „Ziehen“ 379.  
 Ruhestrom (Nullstrom) bei Röhrensendern 51. 417. 421.  
 —, Messung desselben 421.  
 Rückkopplung 52. 378.

## S.

- Saitensumme 10.  
 Saitenelektrometer 241.  
 Saitengalvanometer 70.  
 Sättigungsspannung 44.  
 —, Bestimmung der — 390.  
 Sättigungsstrom 44.  
 —, Bestimmung desselben 390.  
 Sättigungsstrom und Heizstrom 389.  
 Schleifenoszillograph 253.  
 —, Empfindlichkeit desselben 253.  
 Schleifer 437.  
 Schreibempfang 497.  
 — mit Fritter 497.  
 — mit Gleichrichterröhren 497.  
 — mit Kristalldetektoren 497.  
 — mit Lichtschreiber 498.  
 Schutzgitter 447.  
 Schwebungen 20. 180. 481. 485.  
 Schwingungen I. Art bei Lichtbogen-  
 generatoren 31.  
 —, Nachweis derselben mit Wellen-  
 messer 33.  
 —, bei Röhrendemern 402.  
 —, Bedingungen für ihre Entste-  
 hung 404.  
 —, Nachweis derselben 403.  
 Schwingungen II. Art bei Lichtbogen-  
 generatoren 33.  
 —, günstigster Wert von  $J_w$  für — 33.  
 —, Mittel zur Herbeiführung von — 33.  
 — bei Röhrendemern 404.  
 —, Bedingungen für ihre Entste-  
 hung 405.  
 Schwingungen III. Art bei Lichtbogen-  
 generatoren 35.  
 Schwingungsprüfer 263.  
 Schwingungsvorgänge, Untersuchung  
 derselben 253.  
 — mit Braunscher Röhre 254.  
 — mit Glimmlichtoszillograph 260.  
 — mit Schleifenoszillograph 253.  
 — mit Schwingungsprüfer 263.  
 — mit Tonprüfer 264.  
 Selbsterregung von Kathodenstrahlen-  
 röhren 52.  
 —, Bedingungen für die — 53. 378.  
 Selbstinduktionskoeffizienten, Berech-  
 nung 127.  
 —, Gleichungen von Komrdörfer zur  
 — 128.  
 Selbstinduktionskoeffizienten, Berech-  
 nung, Tafeln von Coursey zur — 128.  
 —, Messung mit Brücke 130.  
 —, mit Differentialtransformator  
 139.  
 —, mit indirektem Verfahren 139.  
 —, mit Hochfrequenz und Hoch-  
 spannung 137.  
 —, mit Niederfrequenz und Nieder-  
 spannung 132.  
 —, mit dem Resonanzverfahren 137.  
 Selektivität 479.  
 —, Bestimmung derselben 504.  
 Sender, Einteilung 341.  
 —, Lichtbogen- 366.  
 —, — für Telephonie 512.  
 —, Löschfunken- 342.  
 —, Röhren- 376.  
 —, — für Telephonie 515.  
 —, Vielton- 363.  
 Senderröhren siehe auch Röhrendemern.  
 —, Anoden- und Gitterkopplung, gün-  
 stigste 421.  
 —, Betriebsbedingungen 376.  
 —, Grenzwiderstand 421.  
 —, Heizleistung 406.  
 —, Heizstrom u. Oberschwingungen 405.  
 —, Nullstrom 421.  
 —, — und Einsetzen der Schwingungen  
 402.  
 —, Oberschwingungen, Entstehungsbe-  
 dingungen 405.  
 —, Messung derselben 422.  
 —, Nachweis derselben 405.  
 —, Schwingungsarten 402.  
 —, Untersuchung 409.  
 —, zeichnerische Verfahren hierzu  
 409. 418.  
 —, —, Beispiel hierfür 414.  
 —, experimentelle Verfahren 421.  
 —, Verluste 406.  
 —, kalorimetrische Messung dersel-  
 ben 422.  
 —, optische Messung derselben 422.  
 —, Wirkungsgrad 407.  
 —, Messung desselben 422.  
 —, Wirkungsgrad und Kurvenform 408.  
 —, Zeitkurven, allgemeiner Verlauf 402.  
 —, experimentelle Bestimmung 410.  
 411. 422.  
 —, zeichnerische Ermittlung der-  
 selben 409.

- Spannungsempfindlichkeit von Telephonen 466, 471.  
 Spannungsmessungen 240.  
 —, elektrometrische 240.  
 — mit Braunscher Röhre 245.  
 — mit Funkenstrecken 245.  
 — mit Röhrenspannungsmesser 242.  
 — — —, Eichkurve hierzu 244.  
 Spannungsteiler, kapazitiver 242.  
 Spannungsknoten, Bestimmung seiner Lage 313.  
 Spritzgußkondensatoren 83.  
 Stoßerregung, aperiodische 25.  
 —, bei Dämpfungsmessungen 199.  
 —, reine 23.  
 Spulenantenne siehe Rahmenantenne.  
 Spulen, Änderung der Selbstinduktion 121.  
 —, Ausführungsformen 118.  
 —, Eigenkapazität 124.  
 —, —, Bestimmung derselben 111.  
 —, Ersatzschaltung für nicht verlustfreie — 123.  
 —, kapazitätsfreie Wicklung 118.  
 —, Kapazität 124.  
 — — —, Messung 111.  
 —, —, Schaltung 123.  
 —, Widerstandserhöhung 124.  
 —, wirksamer Widerstand 284.  
 — — —, Bestimmung desselben mit Brücke 135.  
 — — —, Differentialtransformator 286.  
 — — —, Dreispaltungsmesserverfahren 249.  
 — — —, Kalorimeter 217.  
 Streifenentladung 270.  
 Strombauch 295.  
 —, Bestimmung seiner Lage 313.  
 Stromempfindlichkeit von Telephonen 466, 471.  
 —, Bestimmung derselben 469.  
 Stromknoten 295.  
 Strommessungen 222.  
 — mit Bolometern 235.  
 — mit Hitzdrahtgeräten 222.  
 — mit Kathodenröhren 238.  
 — mit Kristalldetektoren 237.  
 — — —, mit Stromwandlern 238.  
 — mit Thermoelementen 230.  
 — mit Thermogalvanometer 234.  
 Stromquellen 9.  
 Stromquellen für Hochfrequenz 16.  
 — für mittlere Frequenzen 9.  
 Stromverdrängung 62.  
 Stromwandler 238.  
 —, von Keinath, Abmessungen 240.  
 Steilheit bei Kathodenröhren 389, 391.  
 —, Messung der — 391.  
 Stufenwicklung 118.  
 Summer 11.  
 —, Mikrophon- 11.  
 —, Saiten- 10.  
 —, Schaltung, Eichhornsche 17.
- T.**
- Teilfunken bei Löschfunktensendern 354.  
 Telephone, Eigenschwingungszahl ihrer Membran, Bestimmung derselben 465.  
 —, Leistungsempfindlichkeit 466.  
 — — —, Bestimmung derselben 469.  
 —, Spannungsempfindlichkeit 466.  
 — — —, Bestimmung derselben 469.  
 —, Stromempfindlichkeit 466.  
 — — —, Bestimmung derselben 467, 469.  
 Telephonie, drahtlose 511.  
 —, Lichtbogensender 511.  
 —, Mikrophonschaltungen 512.  
 —, Röhrensender 515.  
 — — —, Untersuchung 517.  
 Tiefer 434.  
 Tondrossel 353.  
 Tonrad 437.  
 Tonschieber 353,  
 Tonzeiger 22, 353.  
 Transformatoren für Löschfunktensender 343.  
 — für Verstärker siehe Verstärkertextransformatoren.
- U.**
- Überlagerer, als Hilfsmittel für Messungen 485.  
 —, Bestimmung kleiner Kapazitäten mit — 485.  
 Überlagerungsempfang 481.  
 —, Ausführungsbeispiel 486.  
 —, Hilfsstromquellen 485.  
 —, Untersuchung von Überlagerungsempfängern 493.  
 —, Vorzüge 484.  
 —, Wirkungsweise 481.  
 —, Zahl der störungsfrei nebeneinander arbeitenden Sender bei — 485.

Überlappen der Wellenzüge bei Löschkunkensendern 355.  
 —, Bedingung für dasselbe 355.  
 —, Hilfsmittel zu seiner Vermeidung 355.

V.

Vakuum, Güte desselben bei Kathodenröhren 396.  
 —, seine Messung 397.  
 —, Beispiel 398.

Verkürzungszahl von Antennen 299.  
 Verlängerungszahl von Antennen 299.  
 Verlustwiderstand siehe Widerstand.  
 Verlustwinkel von Kondensatoren 88.  
 —, seine Messung mit der Brücke 99.  
 — —, mit Differentialverfahren 107.  
 Verlustziffer 283.  
 Verstärker 450.  
 —, Hochfrequenz- 451, siehe auch Hochfrequenzverstärker.  
 —, Niederfrequenz- 452, siehe auch Niederfrequenzverstärker.  
 —, Störgeräusche bei demselben und ihre Beseitigung 455.

Verstärkertransformatoren 446. 452.  
 —, Güte 446.  
 —, Kapazität und Selbstinduktion 454.  
 —, Spannungen, Ströme und Leistungen bei — 446.  
 —, Übersetzungsverhältnis 453.  
 — —, Bestimmung desselben 456.  
 —, Untersuchung 446.  
 —, Windungszahlen 453.

Verstärkungsgrad 445. 446.  
 —, seine Messung bei Hochfrequenzverstärkern 461.  
 —, seine Messung mittels künstlicher Leitung 462.  
 — —, mittels Widerstandsverfahren 460.

Verstimmungswelle bei Lichtbogen-  
 generatoren 369.

Vibrationsgalvanometer 70.  
 — von Schering und Schmidt 71. 72.  
 — von Zölllich 72.  
 —, Nadel- 72.

Vieltonsender 5. 26. 363.  
 —, Schaltung 364.  
 —, Schwingungsbilder 364. 365.  
 —, Vorzüge 364.

## W.

Wärmeprüfung von Isolierstoffen 274.  
 Wechselgeschwindigkeit 84.  
 Wechselstromerzeuger von Vreeland 15.  
 Wechselstromleistung, mittlere 245.  
 — —, Bestimmung derselben 246.  
 Wechselstromsirene 14.  
 Wechselstrommaschinen für mittlere Frequenzen 13.  
 Wechselstromwiderstand 62. 126.  
 —, Formeln von Zenneck für den — von Drähten 63.  
 — von Telephonen 466. 471.  
 Wehnelröhre 438.  
 Wellenanzeiger 424.  
 —, Einteilung 424.  
 —, Schaltung 429.  
 —, Untersuchung 427.  
 —, Zweck 425.

Wellenlängen, Berechnung von — 159.  
 —, Eichung eines Oszillators für — 186.  
 —, Messung 161.  
 —, Messung mittels Glimmlichtoszillograph 178.  
 — —, Oberschwingungen 183.  
 —, Zahlentafeln und Kurvenblätter zur Berechnung von — 160. Tafel V.

Wellenmesser 161.  
 —, dynamometrische 171.  
 — —, von Scheller 176.  
 — —, von Seibt 167. 172.

Wellenmesser, Hitzdraht- 170.  
 — mit zwei Wechselstromwiderständen 169.  
 —, Resonanz- 161.  
 — —, Anwendungsgebiet 169.  
 — —, Aufbau 164.  
 — —, der C. Lorenz A.-G. 165. 168.  
 — —, der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie 166. 168.  
 — —, Eichung mit Normalwellenmesser 181.  
 — —, mittels Oberschwingungen 183.  
 — —, Schaltung 169.  
 — —, selbstanzeigender, von Hirsch 168.  
 — —, von Seibt 167.

Wetterberichte 507.  
 — der Großstelle Nauen 507.  
 — des Eiffelturmes 507. 524.  
 —, Schlüssel für die — 508.

- Widerstand, Flüssigkeits- 66.  
 —, hoher — für Meßzwecke 43.  
 —, induktiver 122.  
 —, kapazitiver 84.  
 —, Kohle- 66.  
 —, Leistungs- 188.  
 —, Oberflächen- 271.  
 —, Verlust- 188.  
 — —, seine Messung 99. 107. 135. 204.  
 249. 286.  
 —, Wechselstrom- 466.  
 —, Wechselzahl und — 62.  
 —, Wirk- 188.  
 —, wirksamer 188.  
 — — von Spulen 284.  
 Widerstände 62.  
 —, Kathodenröhren- 389.  
 — —, Messung derselben 391.  
 —, induktions- und kapazitätsfreie 65,  
 66.  
 — mit Kreuzwicklung 66.  
 —, zulässiger Querschnitt für Hoch-  
 frequenz- 64.  
 Widerstandserhöhung bei Spulen 124.  
 Widerstandsvergrößerung, scheinbare,  
 durch Kopplung 146. 147.  
 — — —, Bedeutung derselben für das  
 Einstellen von Empfängern 148.  
 Wirksame Höhe einer Antenne 299.
- Wirksamer Widerstand 188.  
 Wirkungsgrad einer Antenne 303.  
 — einer radiotelegraphischen Übertra-  
 gung 338.  
 Wirkungsgrad von Lichtbogengenera-  
 toren, Messung desselben 373.  
 — von Löschfunkensendern 362.  
 — von Röhrendendern 407.  
 — —, kalorimetrische Messung des-  
 selben 422.  
 — —, optische Messung desselben 422.
- Z.**
- Zelle, elektrolytische 429.  
 — —, Herstellung 429.  
 — —, Schaltung 430.  
 „Ziehen“ bei Röhrendendern 57. 207.  
 379.  
 Zischfunkenstrecke 21.  
 Zündspannung von Löschfunkenstrek-  
 ken 24.  
 —, Messung der — 289.  
 — —, Zahlenbeispiel 290.  
 Zweigitterröhre 447.  
 —, Gleichung für — 447.  
 —, Schaltung als Schwingungserzeuger  
 450.  
 —, — für Schreibempfang 498.

## Berichtigungen.

S. 35	Zeile 9	von unten	statt 2	lies $\beta$
„ 47	„ 8	„ oben	„ $i_k$	„ $i_e$
„ 50	„ 12	„ unten	„ $i_k$	„ $i_e$
„ 52	„ 2	„ oben	„ $e_{gr}$	„ $e_{gr}$
„ 52	„ 3	„ „	„ $i_t$	„ $i_{At}$
„ 52	„ 15	„ „	„ $i_t$	„ $i_{At}$
„ 52	„ 18	„ „	„ $i_t$	„ $i_{At}$
„ 52	„ 9	„ unten	„ S. 141	„ S. 411
„ 202	„ 3	„ oben	„ $\pi \cdot w \cdot 2\pi^2 r_1 \cdot C$	„ $\pi \cdot w \cdot 2\pi r_1 \cdot C$
„ 231	„ 13	„ oben	„ Flitterschen	„ Flitterchen
„ 328	„ 3	„ „	„ 1	„ $\alpha$
„ 347	„ 1	„ unten	„ bestehenden	„ bestehenden
„ 352	„ 14	„ oben	„ $Z'' : Z'^2$	„ $Z''^2 : Z'^2$
„ 354	„ 8	„ „	„ einen gleichbleibenden	lies keinen
„ 354	„ 13	„ „	„ 333	lies 500
„ 354	„ 16	„ „	„ links, während der Ausschlag des Tonzeigers verschwindet	lies unten, der Tonzeiger gibt einen gleichbleibenden Ausschlag
„ 354	„ 7	von unten:	statt rechts	lies oben
„ 354	letzte Zeile	zufügen: Die Bilder links in Abb. 300 entsprechen einem Dämpfungsdekrement des Schwingungskreises von 0,1, die Bilder rechts dem Dämpfungsdekrement 0,025.		
„ 401	in Abb. 346	statt $e_L$ lies $e_L$		
„ 407	Zeile 2	von oben	statt $\frac{1}{T} \cdot \int \bar{v}_{gr} \cdot \bar{i}_{gr} \cdot dt$	lies $\frac{1}{T} \cdot \int_0^T \bar{v}_{gr} \cdot \bar{i}_{gr} \cdot dt$
„ 424	„ 3	„ unten:	(236) streichen!	
„ 429	„ 11	„ oben	statt Schfömilch	lies Schloemilch
„ 521	in der Überschrift	„Fehlerquellen“ streichen!		
„ 530	Zeile 9	von oben	statt 161—186 --	lies 161—186 Nesper, E.
„ 538	„ 12	„ unten	„ 493 Meisser, A.	lies 493 Meissner, A.
„ 539	„ 2	„ „	„ Matthiessen	„ Martiensen
„ 544	„ 10	„ oben	„ Matthiessen	„ Martiensen