

Bibliothek des Radio-Amateurs

Herausgegeben von **Dr. Eugen Nesper**

1. Band

Eugen Nesper

Meßtechnik

für Radio-Amateure

Zweite Auflage

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH · 1924

Bibliothek des Radio-Amateurs 1. Band
Herausgegeben von Dr. Eugen Nesper

Meßtechnik für Radio-Amateure

Von

Dr. Eugen Nesper

Zweite Auflage

Mit 48 Textabbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1924

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

ISBN 978-3-662-35617-3

ISBN 978-3-662-36447-5 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-36447-5

Zur Einführung der Bibliothek des Radioamateurs.

Schon vor der Radioamateurbewegung hat es technische und sportliche Bestrebungen gegeben, die schnell in breite Volksschichten eindringen; sie alle übertrifft heute bereits an Umfang und an Intensität die Beschäftigung mit der Radiotelephonie.

Die Gründe hierfür sind mannigfaltig. Andere technische Betätigungen erfordern nicht unerhebliche Voraussetzungen. Wer z. B. eine kleine Dampfmaschine selbst bauen will — was vor zwanzig Jahren eine Lieblingsbeschäftigung technisch begabter Schüler war — benötigt einerseits viele Werkzeuge und Einrichtungen, muß andererseits aber auch ein guter Mechaniker sein, um eine brauchbare Maschine zu erhalten. Auch der Bau von Funkeninduktoren oder Elektrisiermaschinen, gleichfalls eine Lieblingsbetätigung in früheren Jahrzehnten, erfordert manche Fabrikationseinrichtung und entsprechende Geschicklichkeit.

Die meisten dieser Schwierigkeiten entfallen bei der Beschäftigung mit einfachen Versuchen der Radiotelephonie. Schon mit manchem in jedem Haushalt vorhandenen Altgegenstand lassen sich ohne besondere Geschicklichkeit Empfangsergebnisse erzielen. Der Bau eines Kristalldetektorempfängers ist weder schwierig noch teuer, und bereits mit ihm erreicht man ein Ergebnis, das auf jeden Laien, der seine ersten radiotelephonischen Versuche unternimmt, gleichmäßig überwältigend wirkt: Fast frei von irdischen Entfernungen, ist er in der Lage, aus dem Raum heraus Energie in Form von Signalen, von Musik, Gesang usw. aufzunehmen.

Kaum einer, der so mit einfachen Hilfsmitteln angefangen hat, wird von der Beschäftigung mit der Radiotelephonie loskommen. Er wird versuchen, seine Kenntnisse und seine Apparatur zu verbessern, er wird immer bessere und hochwertigere Schaltungen ausprobieren, um immer vollkommener die aus

dem Raum kommenden Wellen aufzunehmen und damit den Raum zu beherrschen.

Diese neuen Freunde der Technik, die „Radioamateure“, haben in den meisten großzügig organisierten Ländern die Unterstützung weitvorausschauender Politiker und Staatsmänner gefunden unter dem Eindruck des universellen Gedankens, den das Wort „Radio“ in allen Ländern auslöst. In anderen Ländern hat man den Radioamateur geduldet, in ganz wenigen ist er zunächst als staatsgefährlich bekämpft worden. Aber auch in diesen Ländern ist bereits abzusehen, daß er in seinen Arbeiten künftighin nicht beschränkt werden darf.

Wenn man auf der einen Seite dem Radioamateur das Recht seiner Existenz erteilt, so muß naturgemäß andererseits von ihm verlangt werden, daß er die staatliche Ordnung nicht gefährdet.

Der Radio-Amateur muß technisch und physikalisch die Materie beherrschen, muß also weitgehendst in das Verständnis von Theorie und Praxis eindringen.

Hier setzt nun neben der schon bestehenden und täglich neu aufschießenden, in ihrem Wert recht verschiedenen Buch- und Broschürenliteratur die „Bibliothek des Radioamateurs“ ein. In knappen, zwanglosen und billigen Bändchen wird sie allmählich alle Spezialgebiete, die den Radioamateur angehen, von hervorragenden Fachleuten behandeln lassen. Die Koppelung der Bändchen untereinander ist extrem lose: jedes kann ohne die anderen bezogen werden, und jedes ist ohne die anderen verständlich.

Die Vorteile dieses Verfahrens liegen nach diesen Ausführungen klar zutage: Billigkeit und die Möglichkeit, die Bibliothek jederzeit auf dem Stande der Erkenntnis und Technik zu erhalten. In universeller gehaltenen Bändchen werden eingehend die theoretischen Fragen geklärt.

Kaum je zuvor haben Interessenten einen solchen Anteil an literarischen Dingen genommen, wie bei der Radioamateurbewegung. Alles, was über das Radioamateurwesen veröffentlicht wird, erfährt eine scharfe Kritik. Diese kann uns nur erwünscht sein, da wir lediglich das Bestreben haben, die Kenntnis der Radiodinge breiten Volksschichten zu vermitteln. Wir bitten daher um strenge Durchsicht und Mitteilung aller Fehler und Wünsche.

Dr. Eugen Nesper.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
I. Die Meßapparate	1
A. Der geeichte Kreis zur Messung der Wellenlänge (Frequenz) und Dämpfung (Wellenmesser)	1
a) Der Wellenmesser als Resonator (Empfangsmeßkreis)	1
b) Der Wellenmesser als Oszillator (Senderkreis sehr geringer Energien)	8
B. Der aperiodische Detektorkreis	9
C. Der Prüfsummer	10
D. Die Parallelohmmeßanordnung	11
E. Die Kapazitätsmeßbrücke	14
F. Leiterkontroller (Prüftelephon)	16
G. Meßinstrumente. Voltmeter, Amperemeter, Galvano- meter	17
II. Wichtigste Meßschaltungen	21
A. Messung der Wellenlänge eines gedämpften Senders	21
B. Messung der Grundschiwingung (Wellenlänge) einer Antenne (Empfangsantenne)	22
C. Genaue Messung der Grundschiwingung (Antennen- eichung) eines Luftleiters	23
D. Eichung der Antenne	24
E. Messung der Wellenlänge (Eichung) des Sekundär- kreises eines Empfängers	25
F. Eichung eines geschlossenen Kreises in Wellen- längen	26
G. Eichung eines Wellenmessers mittels eines Normal- wellenmessers.	28
H. Eichung des Wellenmessers, mittels Empfangs von einer Senderstation, deren Wellenlänge bekannt ist	28
I. Wheatstonesche Brücke für Kapazitätsmessungen	31
K. Messung der Kapazität einer Antenne	32
L. Messung der Selbstinduktion oder Kapazität unter Benutzung eines Wellenmessers und einer Spule oder eines Kondensators bekannter Induktanz bzw. Kapazität.	33
M. Wheatstonesche Brücke für Selbstinduktionsmes- sungen	33
N. Messung der Dielektrizitätskonstante und des Fre- quenzfaktors nach der Resonanzmethode.	34

	Seite
O. Messung des Kopplungskoeffizienten (Kopplungs-grades)	35
P. Feststellung des Indifferenzpunktes	36
Q. Messung des Antennenwiderstandes	37
R. Dämpfungsmessung eines Luftleiters	38
a) Mittels der Resonanzmethode	38
b) Mittels in die Antenne eingeschalteten Widerstandes	39
S. Messung der Empfangslautstärke	40
a) Mit Kristalldetektor.	40
b) Messung der Empfangslautstärke mit der Röhre.	40
T. Messungen an Röhren und Röhrenkreisen	41
a) Anordnung für die Messung des Vakuums einer Röhre	41
b) Messung der Abhängigkeit des Anodenstromes J_F vom Heizstrom J_K in einem Audiodetektorkreis	42
c) Messung der Abhängigkeit des Anodenstromes J_F und der Anodenspannung V_F vom Heizstrom J_K in einem Audiodetektorkreis	42
d) Messung des Einflusses variabler Gitterspannungen.	43
e) Senderröhrenuntersuchung	43
f) Empfängerröhrenuntersuchung	45
U. Prüfung des Sekundärkreises eines Empfängers auf Lautstärke mit ungedämpften oder gedämpften Schwingungen	46
V. Prüfung von Detektoren	47
W. Prüfung von Summern und Telephonen	48
X. Prüfung der Leitfähigkeit der Einzeldrähte einer Litze	49

Messen und Meßapparate des Radioamateurs.

Ein wirkliches Verständnis der Radiotelephonie und -telegraphie kann nur durch „Messen“ der inbetracht kommenden Größen erzielt werden. Die elektrischen Dimensionen müssen dem Amateur in Fleisch und Blut übergehen.

Häufig wird angenommen, daß dieses Messen mit besonderen Schwierigkeiten verbunden ist. Wenn es auch eine ganze Anzahl von Anordnungen gibt, die sich nur mit besonderen Schwierigkeiten und Kosten nachmessen lassen, so gibt es doch auch eine Menge von Schaltungen, welche ziemlich gut und einfach der Meßtechnik zugänglich sind und die doch das Verständnis sehr erleichtern und vertiefen. Von diesen soll im nachstehenden die Rede sein.

Vorher sind einige Apparate beschrieben, die in keinem Amateurlaboratorium fehlen sollten. Das wichtigste und universellste, der Wellenmesser, ist an den Anfang gestellt.

I. Die Meßapparate.

A. Der geeichte Kreis zur Messung der Wellenlänge (Frequenz) und Dämpfung (Wellenmesser).

a) Der Wellenmesser als Resonator (Empfangsmeßkreis).

Der in Wellenlängen geeichte, mit einem Indikator (Anzeigeelement) versehene Kreis, kurz Wellenmesser genannt, ist das wichtigste Meßinstrument der gesamten Radiotechnik, also auch des Radioamateurs.

Dieser dient dazu, exakt die Wellenlänge und Dämpfung der ausgesandten, bzw. aufgenommenen Schwingungen zu bestimmen.

Der zurzeit nahezu allein in Anwendung befindliche Wellenmesser der Radiotechnik beruht auf dem Resonanzprinzip und besteht gemäß dem die typisch gewordene Wellenmesserkonstruktion andeutenden Schaltschema (Abb. 1) aus einer Selbstinduktionsspule a und einem Kondensator b , welche zu einem mög-

licht verlustlosen System durch Leitungsdrähte *c* miteinander verbunden sind. Eine dieser Kreisgrößen ist allmählich veränderlich, z. B. der Kondensator *b* (Ausführung siehe z. B. Abb. 2); die zwischen den festen Platten angeordneten beweglichen

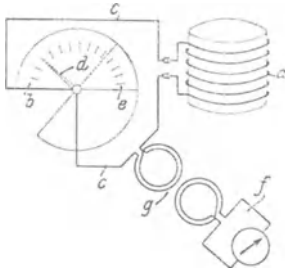


Abb. 1. Schema des Resonanzkreiswellenmessers mit induktiv angekoppeltem Resonanzindikator.

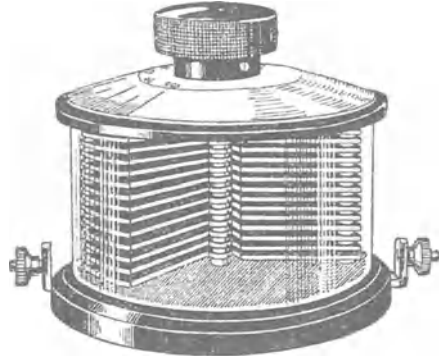


Abb. 2. Typischer Drehplattenkondensator mit Luftdielektrikum.

Kondensatorplatten sind mit einem Zeiger *d* versehen, der eine Skala *e* bestreicht, die entweder direkt in Wellenlängen geeicht ist, oder wobei man unter Anwendung einer Gradeinteilung die jeweilig eingestellte Wellenlänge mittels einer Tabelle oder Kurve feststellen kann. Man kann recht gut, namentlich für kleine Wellen, Honigwabenspulen verwenden, von denen Abb. 3 ein Beispiel zeigt.

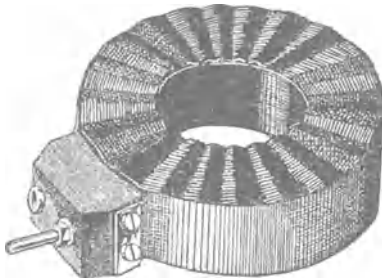


Abb. 3. Honigwabenspule mit Stöpselanschlußkontakten.

Die eine der Größen *a* oder *b*, z. B. die Spule *a* ist außerdem leicht auswechselbar gegen eine größere oder kleinere Spule, so daß man mit einem und demselben Instrument

einen sehr großen Wellenbereich, z. B. von 100—10000 m bestreichen kann.

Mit diesem so gebildeten Resonanzkreise, welcher den eigentlichen Meßkreis darstellt, wird nun ein „Resonanzindikator“ *f*

passend verbunden. Diese Verbindung kann so geschehen, daß der Resonanzindikator direkt in das Meßsystem *abc* eingeschaltet wird. Da er jedoch in den meisten Fällen einen verhältnismäßig großen Widerstand besitzt und infolgedessen das Meßsystem zu stark dämpft, wodurch die Genauigkeit der Frequenzablesung wesentlich leiden würde, wird er meist induktiv mit dem Meßsystem gekoppelt.

Dies kann z. B., wie Abb. 1 zeigt, in der Weise geschehen, daß eine variable induktive Kopplung mittels der gegeneinander beliebig einstellbaren Kopplungsspulen *g* bewirkt wird. Da besonderer Wert darauf zu legen ist, daß die Dämpfung und Kopplung im Meßsystem, mindestens soweit sie vom Resonanzindikator herrührt, in möglichst großen Bereiche automatisch konstant gehalten werden, hat man außer der variablen und einregulierbaren Kopplungsspule *g* auch noch andere Anordnungen getroffen, welche darauf beruhen, daß parallel zum Resonanzindikator ein entsprechender Wechselstromwiderstand geschaltet wird. Hierauf kann an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

Zu beachten ist noch, daß die Eichung des Wellenmessers in Wellenlängen streng genommen nur für den einen Resonanzindikator gültig ist, mit welchem die Eichung erfolgt ist.

Der Resonanzindikator zeigt, entsprechend seiner Art und Konstruktion, entweder mehr oder weniger breit den Bereich, in welchem das Meßsystem mit dem zu messenden System sich in Abstimmung befindet, oder er zeigt direkt den Punkt *R* (Abb. 4), an, d. h. den „Resonanzpunkt“¹⁾, in welchem eine vollkommene Abstimmung zwischen dem Wellenmesser und dem zu messenden System vorhanden ist.

Man kann als Resonanzindikator irgendein auf Strom, Spannung oder einen anderen elektrischen Effekt ansprechendes

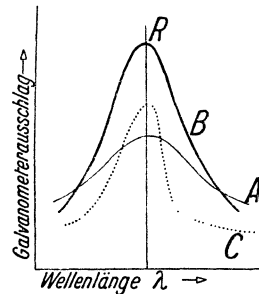


Abb. 4. Resonanzkurven, wie sie mit dem Wellenmesser aufgenommen werden können, und Resonanzpunkt *R*.

¹⁾ Manchmal wird in der Literatur auch der Punkt senkrechter Projektion von *R* auf die Abszisse als Resonanzpunkt bezeichnet.

Instrument oder eine entsprechende Kombination eines Detektors mit einem Anzeigeelement benutzen. Als direkt verwendbares Instrument kommt z. B. ein Hitzdrahtluftthermometer in Betracht (ein dünner Metalldraht in einem luftabgeschlossenen Glaskolben, welcher an ein offenes, dünnes, mit Flüssigkeit gefülltes Glasrohr angeschmolzen ist und wobei infolge der Erwärmung der Luft im Glaskolben die Flüssigkeit im Rohr ansteigt), eine kleine Glühlampe, eine Geißleröhre oder andere luftverdünnte Röhre oder auch ein Dynamometer (zwei gegen-

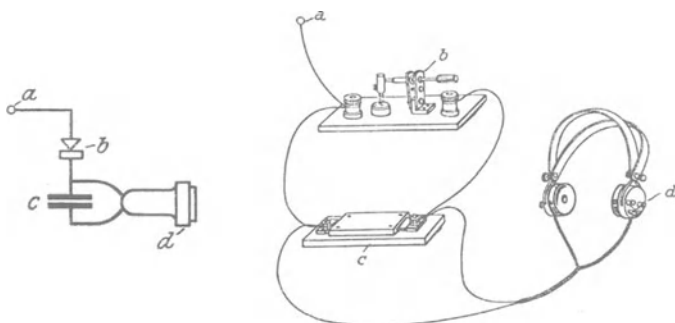


Abb. 5. Detektor-Telephonkreis. Links: schematisch dargestellt, rechts: die Umrißskizze. *a* der Anschlußpunkt an den Resonanzkreis, *b* der Detektor, *c* der Festkondensator, *d* das Telephon.

einander bewegliche Spulen, welche beim Stromdurchgang eine gegenseitige Ablenkung erfahren).

Als Resonanzindikatorekombination kommt infrage ein Thermoelement (zwei sehr dünne, in der Spannungsreihe auseinander liegende, miteinander verschlungene, oder miteinander verlötete Metalldrähte) mit einem Galvanometer, oder was in der Praxis mehr Anwendung findet, die Kombination eines Detektors mit einem Galvanometer, oder sofern es nur auf qualitative Messungen ankommt, anstelle des Galvanometers ein Telephon. Für den Radioamateur kommt in erster Linie die Kombination eines Kristalldetektors mit einem Festkondensator infrage, in welchem letzterem ein Telephon, z. B. der normale Doppelkopfhörer parallel geschaltet ist.

Der so gebildete Kreis ist schematisch in Abb. 5 links, den praktischen Verhältnissen entsprechend rechts in dieser Abbildung

dargestellt. Dieser kann zweipolig mit dem Meßkreis verbunden werden. Meist wird er jedoch, um keine die Eichung beeinflussenden Induktionen auf die Telefonschnüre herbeizuführen, einpolig an den Meßkreis gelegt.

Mit einer derartigen Kombinationsanordnung unter Verwendung eines quantitativ arbeitenden Indikators kann man nicht nur den Resonanzpunkt R von Abb. 4 und hiermit die gesuchte Wellenlänge finden, sondern man kann vielmehr die ganze Resonanzkurve in ihrem vollen Verlauf aufnehmen, wie

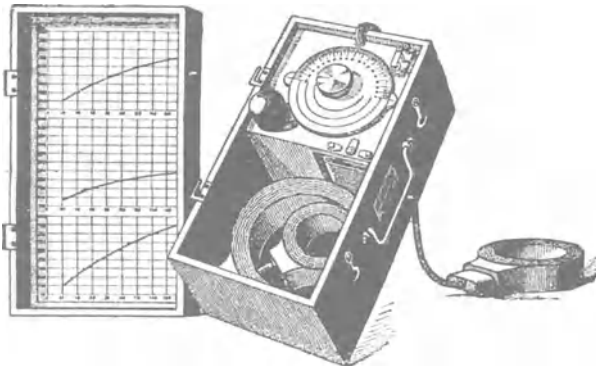


Abb. 6. Amateurwellenmesser der W. A. Birgfeld A.-G.

dies die Abbildung zeigt, und feststellen, ob diese einen flachen Verlauf hat (Kurve A), was auf eine große Dämpfung des untersuchten Kreises schließen läßt, oder ob die Resonanzkurve sonstige Abnormalitäten, die auf irgendwelche Störungen oder Unregelmäßigkeiten hinweist, besitzt.

So kann z. B. das Sprühen von Kondensatoren eines geschlossenen Senderkreises aus der Resonanzkurve festgestellt werden, wie dies Kurve C dartut.

Ein derartiger Wellenmesser dient aber außerdem dazu, fast alle anderen erforderlichen Messungen auszuführen, wie z. B. den Kopplungsgrad, die Kapazität und Selbstinduktion von Einzelelementen der Stationen usw. festzustellen.

Das Ausführungsmodell eines derartigen Amateurwellenmessers (der W. A. Birgfeld A.-G.) ist in Abb. 6 wiedergegeben und zeigt denselben im gebrauchsfertigen Zustand. In einem

Holzkasten mit leicht abnehmbarem Deckel ist der Kondensator nebst seinen Zuführungsleitungen fest eingebaut. Der Kondensator muß Luft als Dielektrikum besitzen. Die Drehplatten dürfen nicht zu schwach sein, da sie keineswegs federn dürfen. Auch die Befestigungsteile, Distanzringe usw. müssen tunlichst absolut starr sein, um die Eichung konstant zu halten. Auch die Lager des beweglichen Plattensatzes dürfen nicht federn: zweckmäßig wird der Kondensator in einem geerdeten Metallgehäuse einmontiert, um ihn unabhängig von kapazitiven Einflüssen zu machen. Der Handgriff des Kondensators ist mit einer Skala versehen, die gegen zwei Marken spielt. Die Skala muß unverrückbar fest montiert sein. Die Gradeinteilung muß genau und einwandfrei sein. Auf der einen Seite ist eine Gradeinteilung vorgesehen, auf der anderen Seite ist die Skala lediglich mit drei Kreisen versehen, auf denen die Eichung der wichtigsten Wellenlängenwerte direkt aufgetragen wird, so daß man auch ohne Benutzung von Kurventafeln die Wellenlängen direkt ablesen kann.

An den Kondensator ist eine verdrallte Litze mit einem Stöpsel fest angeschlossen. In den Stöpsel wird eine der drei Wellenlängenspulen eingestöpselt. Diese sind so dimensioniert und gestaltet, daß ihr effektiver Widerstand und auch ihre Eigenkapazität klein und konstant sind. Die erstere ist notwendig, um eine scharfe Resonanzeinstellung zu ermöglichen, während die geringe Eigenkapazität wichtig ist, um die Gesamtkapazität des Meßkreises gering zu halten, was insbesondere im Anfangsbereich jeder Skala wesentlich ist, und sehr ins Gewicht fällt, um Kapazitätsänderungen bei der Bedienung tunlichst gering zu halten. Das Bureau of Standards (Washington) empfiehlt nur Zylinderspulen zu benutzen, welche auf gut ausgetrockneten Holzkörpern aufgewickelt sind, die mit gutem Firnis überzogen wurden. (Die Benutzung von Schellack soll nicht ratsam sein!) Als Wickelmaterial soll doppelt mit Baumwolle umspinnener Kupferdraht (Nr. 24 B S) dienen, der gut gefirnißt ist. Der Draht oder die Litze muß auf dem Spulenkörper absolut unverrückbar befestigt sein. Die Spule kann gemäß Abb. 7 zwei Anschlußkontaktbleche erhalten, welche in entsprechende Gegenkontakte leicht lösbar angeschraubt werden können. Immerhin sind natürlich Steckkontakte wesentlich bequemer.

Man kann die elektrischen Dimensionen des Wellenmeßkreises leicht so wählen, daß mit jeder Spule ein Wellenbereich von etwa 1 bis 2,5 bestrichen wird, also mit der ersten Spule wird der Wellenlängenbereich von 200 bis 500 m bestrichen, mit der zweiten Spule der Bereich von 400 bis 1000 m und mit der dritten Spule der Bereich von 900 bis 2200 m. Man muß also entweder im voraus ungefähr wissen, welche Wellenlängen eingestellt werden sollen, oder man muß, was ohne erheblichen Zeitverlust möglich ist, die Spulen nacheinander einstöpseln und probieren, bei welcher das Resonanzmaximum liegt. Dieses wird bei der eigent-

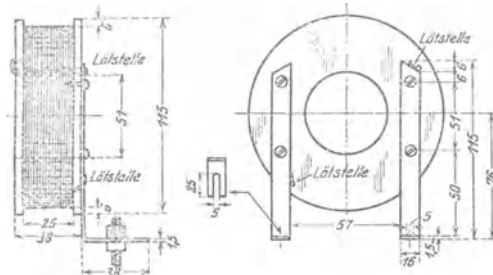


Abb. 7. Spulenausführung beim Amateurwellenmesser des Bureau of Standards, Washington.

lichen Wellenmesserschaltung, wobei der Detektor als Indikator dient, dadurch festgestellt, daß im Telefon das Maximum des Geräusches eintritt.

Wenn man quantitativ messen will, muß man das Telefon durch ein Anzeigeinstrument ersetzen. Man kann alsdann ein Galvanometer genügender Empfindlichkeit (mindestens $1,0^{-5}$ Ampere) anwenden. Zweckmäßig ist es jedoch meist, anstelle des Detektors in den Meßkreis ein Thermogalvanometer oder ein Hochfrequenzmilliamperemeter einzuschalten. Derartige Instrumente müssen bei einem Strom von 0,1 Ampere den vollen Skalenanschlag ergeben. Die Eichung des Meßkreises muß nach Einschaltung des Meßinstrumentes vorgenommen werden, da sie hiervon wesentlich beeinflusst werden kann.

Recht gut als Resonanzindikator dient übrigens eine kleine Glimmlampe, die direkt in den Kreis eingeschaltet ist. Zweckmäßig legt man zur Steigerung der Empfindlichkeit parallel

zur Lampe ein Potentiometer. Es wird so eingestellt, daß der Faden fast aufleuchtet.

Wenn der Wellenmesser als geeichter Sender sehr geringer Energie verwendet wird (siehe unten), wird anstelle des Detektors der Summer eingeschaltet, der durch die kleine, unten im Kasten angebrachte Batterie erregt wird, und es entsteht alsdann in dem auf den Wellenmesser abzustimmenden System das Maximum der Lautstärke, wenn beide in Resonanz sind.

b) Der Wellenmesser als Oszillator (Senderkreis sehr geringer Energien).

Der Meßkreis kann auch als geeichter Sender zur Erzeugung geringer Energien bestimmter und beliebig einregulierbarer Frequenz dienen.

Zu diesem Zweck wird an den aus Kapazität und Selbst-

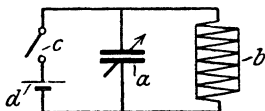


Abb. 8. Geeichter Oszilatorkreis mit Summer und Batterie als geeichter Sender für sehr geringe Energien geschaltet.

induktion bestehenden geeichten Kreis $a b$ von Abb. 1 eine Stromquelle mit Unterbrecher angelegt, wie dies z. B. Abb. 8 zeigt (Stoß-Senderanordnung nach Lodge-Eichhorn).

Für die Ausführung des Kondensators a gelten die oben entwickelten Gesichtspunkte. Als Spulen b können gleichfalls kurze Zylinderspulen genommen werden, wie oben geschildert; man kann aber auch andere feste Spulen, wie z. B. Honigwabenspulen, Flach-

spulen usw. wählen, sofern nur die Forderung erfüllt ist, daß sie zeitlich unveränderlich und hochfrequenz-technisch einwandfrei ausgeführt sind. Sehr wesentlich ist es ferner, daß die Unterbrechungszahl des Unterbrechers c auch während längeren Betriebes tunlichst konstant bleibt. Dieser Forderung kommt von den bisherigen deutschen Konstruktionen bisher eigentlich nur die Ausführung von G. A. Seibt zuverlässig nach. Als Stromquelle d dient ein gutes Trockenelement (z. B. Hellesenelement) bzw. eine kleine Batterie (Taschenlampenbatterie).

Sobald der Unterbrecher in Tätigkeit tritt, sendet der Kreis $a b$ schwach gedämpfte Schwingungen einer genau definierten Frequenz aus. Zu beachten ist, daß im allgemeinen infolge von Zuleitungen, Kopplungen usw. diese Frequenz bei denselben

Kapazitäts- und Selbstinduktionsgrößen nicht vollkommen übereinstimmt mit derjenigen, welche mit dem Kreis erzielt wird, wenn derselbe als Empfänger z. B. mit Hitzdrahtinstrument geschaltet ist.

Es ist zweckmäßig, die Unterbrecherzahl möglichst hoch zu wählen, damit in dem von diesem geeichten Sendekreis angestobenen System ein akustischer Ton erzeugt wird, mit welchem sich meßtechnisch besser arbeiten läßt, als wenn der Unterbrecher nur ein brodelndes Geräusch verursacht.

Selbstverständlich ist es auch möglich, den geeichten Kreis als kleinen Hochfrequenzsender auszubilden, was dadurch bewirkt werden kann, daß in denselben eine kleine Funkenstrecke eingeschaltet wird, die mittels eines Induktors erregt wird.

Die Größe der auf diese Weise zu erzeugenden Hochfrequenzenergie hängt lediglich von der Kapazitäts- und Selbstinduktionsgestaltung und von den bei diesen Apparaten zulässigen Maximalspannungen ab.

B. Der aperiodische Detektorkreis.

Nicht immer ist es erforderlich, meßtechnisch genau vorzugehen. Vielfach will man nur wissen, ob überhaupt Schwingungen vorhanden sind und z. B. bei tönenden Sendern, ob der

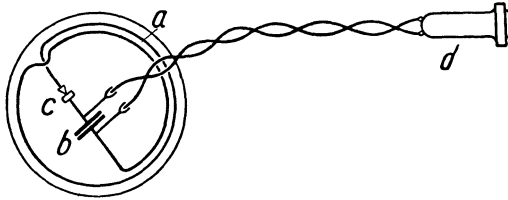


Abb. 9. Schema der Anordnung des aperiodischen Detektorkreises.

erzeugte Ton gut ist. Hierzu ist kein schwachgedämpfter Meßkreis mit regulierbarer Eigenfrequenz erforderlich, der stets ein gewisses Minimalgewicht und eine dementsprechende räumliche Größe beansprucht, sondern man kann einen sehr kleinen und leichten aperiodischen, d. h. keine praktisch hervortretende Eigenschwingung besitzenden Detektorkreis benutzen. Die Schaltung und Anordnung geht schematisch aus Abb. 9 hervor.

a sind einige Drahtwindungen, b ein Blockkondensator. Beide sind nicht regulierbar. Zwischen diesen ist der Detektor c eingeschaltet, der absichtlich nicht hochempfindlich sein soll. Parallel zum Blockkondensator liegt ein Telephon d .

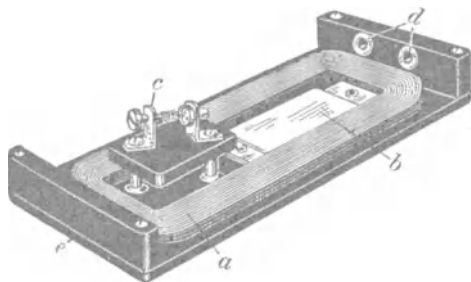


Abb. 10. Ausführung des aperiodischen Detektorstromkreises. Rechts: Stöpsellöcher zum Anstecken des Telefons.

Abgesehen vom Telephon kann man auch alles in einen flachen Behälter einschließen, der bequem in der Hand gehalten und verpackt werden kann.

Die Ausführung eines derartigen aperiodischen Detektorstromkreises für Laboratoriumsuntersuchungen

(Birgfeld A.-G.) ist in Abb. 10 wiedergegeben. Unten auf einem Haltebrett ist die Spule montiert und in dieser der Detektor; daneben ist der Blockkondensator und rechts sind die Telefonanschlüsse erkennbar.

C. Der Prüfsummer.

In vielen Fällen ist es nur erwünscht, festzustellen, ob z. B. die Leitungsführung eines Apparates und die Kontaktstellen in Ordnung sind. Auch tritt vielfach der Wunsch auf, einen Detektor auf seine Empfindlichkeit hin oberflächlich zu untersuchen und annähernd auf maximale Lautstärke einzustellen.

Zu diesem Zweck ist es nicht erforderlich, eine immerhin einen gewissen Raum einnehmende, verhältnismäßig kostspielige und an Starkstrom gebundene Sendeapparatur aufzustellen oder einen gleichfalls für den Amateur häufig nicht ganz leicht zu beschaffenden Wellenmesser zu verwenden. Man gelangt in solchen Fällen weit einfacher zu dem gewünschten Ziel durch eine sog. „Prüfsummeranordnung“, die in früheren Zeiten auch „Lockklingel“ genannt wurde. Diese Anordnung besteht z. B. gemäß Abb. 11 in einfachster Weise aus einem kleinen Summer oder Wagnerschen Hammer a , der mit einer

Batterie *b*, einer Kontaktstelle oder Schalter *c* und eventuell einer Spule in Serie geschaltet ist. Sobald man die Kontaktstelle (Schalter) betätigt, wird der Elementstrom geschlossen, der Summer eingeschaltet, und die Spule bzw. die Drahtverbindungen sind der Sitz von Schwingungen zwar sehr geringer Energie, die aber immerhin ausreicht, um die vorgenannten Untersuchungen auszuführen. Man kann in sehr einfacher Weise auch Prüfungen so ausführen, z. B. Detektoruntersuchungen, daß man den Detektor einschließlich Blockkondensator und Telephon einpolig an *d* anlegt.

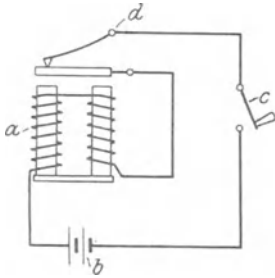


Abb. 11. Schema der Prüfsummeranordnung.

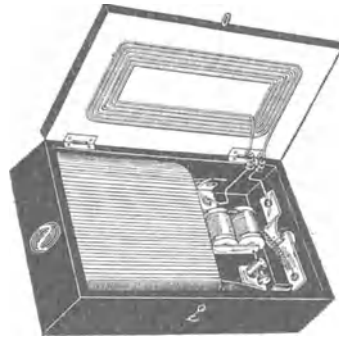


Abb. 12. Prüfsummeranordnung (Birgfeld A.-G.) geöffnet.

Eine derartige Apparatur in sehr kleinen räumlichen Abmessungen, die es gestattet, den Prüfsummer auch an nicht ohne weiteres zugänglichen Stellen, also z. B. zwischen die Spulen eines Empfängers zu schalten, gibt Abb. 12 in geöffnetem Zustand wieder.

Die vorbeschriebenen Teile sind aus der Abbildung direkt ersichtlich; die Spule ist auf dem Kastendeckel befestigt, die leicht auswechselbare Batterie ist unten links neben dem Unterbrecher erkennbar.

D. Die Parallelohmmeßanordnung.

Zuweilen wird der Radioamateur das Bestreben haben, festzustellen, wie groß etwa die Lautstärke ist, mit der er empfängt, um so mehr als er in der Literatur häufig Lautstärkeangaben findet. Im allgemeinen und wenn keine besonderen Hilfsapparate zufällig

vorhanden sein sollten, wird für den Amateur die sehr einfach zu verwirklichende sog. „Parallelohmethode“ inbetracht kommen.

Die hierfür übliche Schaltung bei Benutzung eines Telefons als Indikator ist gemäß Abb. 13 sehr einfach.

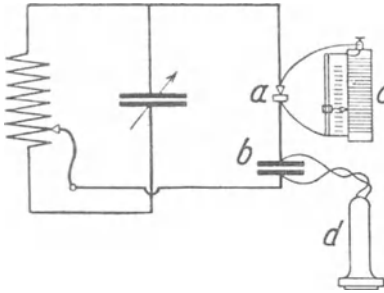


Abb. 13.
Parallelohmhaltungsanordnung.

Unter Verwendung irgend-einer Empfangsschaltung wird parallel zum Detektor *a* oder parallel zum Blockierungskondensator *b* ein fein regulierbarer, möglichst kapazitäts- und selbstinduktionsfreier, geeichter Widerstand *c* bis zu etwa 400 bis 800 Ohm geschaltet. Dieser wird so einreguliert, daß das Geräusch

im Telefon *d* gerade verschwindet. Je kleiner der abgelesene Parallelwiderstand ist, um so größer ist *c p* die Empfangsenergie.

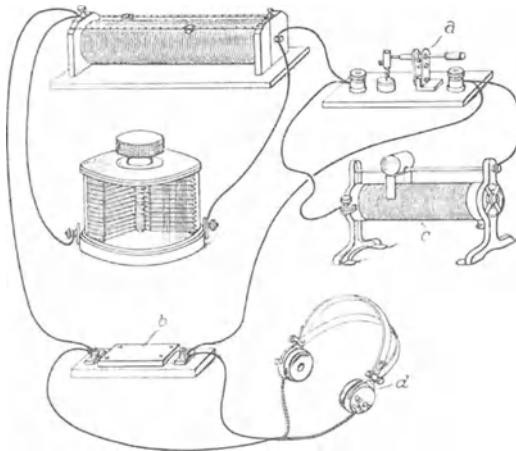


Abb. 14. Umrißskizze der links oben schematisch wiedergegebenen Parallelohmhaltungsanordnung.

Anstelle des Widerstandes kann man auch eine veränderliche Kopplungsanordnung anwenden, mittels derer der Detektor-kreis mit dem empfangenden System gekoppelt wird. Auch

hierbei ist die Festigkeit der Kopplung mindestens ein relatives Maß für die Empfangsenergie, bzw. Stromstärke.

Man kann auch das Telephon d durch ein hochempfindliches Galvanometer (Empfindlichkeit 10^{-6} bis 10^{-7}) ersetzen, den Parallelwiderstand ganz fortlassen und somit direkt die Empfangsstromstärke bestimmen.

Abb. 14 zeigt die in Abb. 13 dargestellten Einzelelemente, die sich der Amateur zusammenschalten kann, wobei sich die betr. Buchstaben entsprechen.

Neuerdings wird häufig nicht mehr, wie dies früher üblich war, der Wert in Parallelohm angegeben, wobei also eine Parallelohmzahl einer geringen Empfangslautstärke entsprach, sondern es wird das reziproke Verhältnis angegeben.

Man bezeichnet also

$$\text{Lautstärke} = 1 + \frac{\text{Telephonwiderstand}}{\text{Parallelohmwiderstand}}.$$

In diesem Ausdruck ist zweckmäßigerweise der Telephonwiderstand mitberücksichtigt.

In der Praxis wird fast ausschließlich die Parallelohm-methode mit Hörempfang (Abb. 14) angewandt. Ihre Nachteile sind das subjektive Abhören mit dem Telephon, wodurch sehr erhebliche¹⁾ Fehler möglich sind und insbesondere die Tatsache, daß die Detektoren weder hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit gleichartig sind, noch während der Aufnahme oder im Ruhezustand immer konstant bleiben. Wohl der wesentlichste Nachteil ist aber der, daß zwischen Empfangsstromstärke bzw. Empfangsenergie und der Größe des Parallelwiderstandes keine Proportionalität besteht (Klages, Demmler). Infolge dieses und der anderen Nachteile kommt die Parallelohm-methode nur für vergleichende quantitative Messungen in betracht.

¹⁾ Infolge der physiologischen Verschiedenheiten bei verschiedenen Experimentatoren können Differenzen bei der Lautstärkenaufnahme bis zu mehreren 100 Prozent auftreten. Es kommt weiterhin beim tönenden Empfang hinzu, daß auch die Tonhöhe noch wesentlich mitspricht, da die tieferen Töne erheblich stärker akustisch gedämpft sind als hohe Töne. Wo hier das Optimum liegt, ist bis jetzt gleichfalls noch nicht genau festgestellt.

E. Die Kapazitätsmeßbrücke¹⁾.

Da mit dem Wellenmesser die Messung einer Kapazität, z. B. der Antenne, häufig nicht rasch genug ausgeführt werden kann, insbesondere hierbei aber eine Umrechnung der Kapazität aus der Wellenlänge oder wenigstens ein Abgreifen derselben aus einer Wellenlängentafel, wenn die Selbstinduktion der verwendeten Spule bekannt ist, erforderlich ist, sind von verschiedenen Seiten kleine und handliche Apparate gebaut worden, welche eine rasche Kapazitätsmessung, allerdings nicht mit Hochfrequenz, sondern nur mit Niederfrequenz ermöglichen.

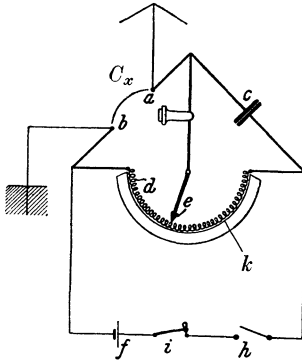


Abb. 15. Kapazitätsmeßbrückenschaltung nach Wheatstone.

Abb. 15 zeigt das Schaltungs-
schema einer derartigen Kapazi-
tätsmeßbrücke. Der Schaltung liegt die Wheatstonesche. Brücken-
anordnung zugrunde. In den
einen Brückenarm, und zwar an
zwei hierzu vorgesehene Kontakt-
klemmen *a* und *b* werden die Antenne und Erdung angeschlossen, in den anderen Brückenarm ist ein fester unveränderlicher Glimmerblockkondensator *c* eingeschaltet. Die unteren beiden Brückenarme werden durch einen mit Gleitkontakt

versehene Ohmschen Widerstand *d* gebildet, wodurch eine nahezu kontinuierliche Widerstandsvariation ermöglicht ist. Am Gleitkontakt *e* dieses Widerstandes ist ein Zeiger angebracht, welcher eine direkt in Kapazitätswerten geeichte Skala bestreicht. Außerdem sind in, bzw. an dem die Meßbrücke enthaltenden kleinen Kasten eine Batterie *f* nebst einem Summer *h* und einem Schalter *i* vorgesehen. Es wird auf das Minimum des Geräusches im Telefon eingestellt. Die Brücke ist alsdann abgeglichen, und es ist:

$$C_x = \frac{k}{d} \cdot C.$$
 Da *C* konstant bleibt, kann der Widerstand *d* geeicht werden.

¹⁾ Siehe auch S. 31.

Diese Kapazitätsmeßbrückenschaltung, deren Meßgenauigkeit nicht sehr hoch ist, ist für einen Kapazitätsbereich von 50 cm bis 10000 cm geeignet.

Es ist zu beachten, daß bei mittleren und großen Wellenlängen die Hochfrequenzkapazität der Antenne der statischen Kapazität, die mittels der Meßbrücke gemessen wird, nahezu identisch ist, während mit Verkleinerung der Wellenlänge der Unterschied zwischen statischer Kapazität und Hochfrequenzkapazität mehr und mehr zunimmt.

Eine wesentlich genauer arbeitende Meßbrückenschaltung ist die in Abb. 16 dargestellte Anordnung nach G. Seibt. Anstelle des häufig zu großen Ungenauigkeiten Veranlassung gebenden Schiebewiderstandes sind genau kalibrierte Spulen d und e benutzt. Als variables Glied dient der Kondensator c . Um mit der Brücke einen sehr großen Bereich, nämlich von 50 bis 105000 cm Kapazität beherrschen zu können, ist die Spule e mit vier Anzapfungen verbunden, welche nach den Kontakten g hin führen. Das Telephon k muß

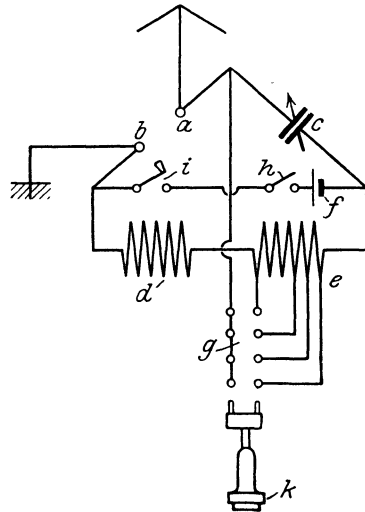


Abb. 16. Kapazitätsmeßbrückenschaltung von G. Seibt.

in die entsprechende Kombination eingestöpselt werden, und zwar reicht der oberste Bereich von 50 bis 1050 cm, der nächste von 100 bis 4200 cm, der dritte von 1000 bis 21000 cm, der vierte von 5000 bis 105000 cm. Die übrigen Elemente und Bezeichnungen entsprechen denjenigen in Abb. 15.

Ein Ausführungsmuster der Seibtschen Kapazitätsmeßbrücke stellt Abb. 17 dar. Ganz oben in der Abbildung sind die zum Anschluß der zu messenden Kapazität vorgesehenen Kontaktklemmen erkennbar. Darunter ist der kontinuierlich veränderliche Kondensator c montiert. Im unteren Teil befinden sich der Summer und die vier Kontaktstellen für die Einstöpselung des rechts

im Deckel befindlichen Telephons sowie ferner der Schalter für die Ein- und Ausschaltung des Summers. Da die Summerbatterie unten im Kasten angeordnet ist, sind sämtliche Teile zum Betriebe der Kapazitätsmeßbrücke im Kasten in Bereitschaft.

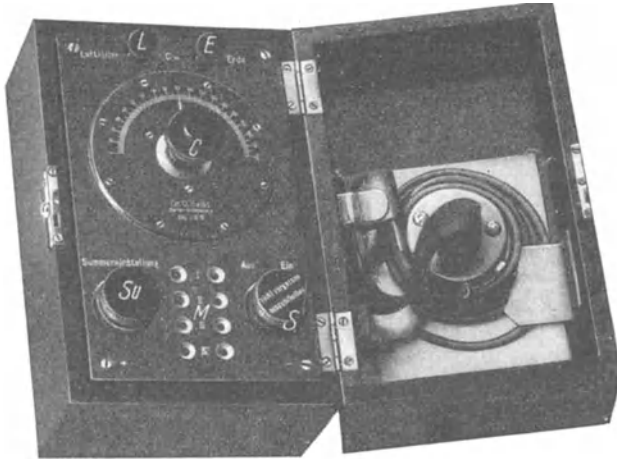


Abb. 17. Kapazitätsmeßbrücke nach G. Seibt.

Für die Abgleichung der Brücke gilt wieder der Ausdruck:

$$C_x = \frac{e}{d} \cdot c; \text{ da } e \text{ und } d \text{ konstant bleiben, kann man } c \text{ direkt eichen.}$$

F. Leiterkontroller (Prüftelephon).

Zur Kontrolle der Güte von Kontaktstellen, von Leitungen usw. ist es zweckmäßig, sich eines Einfachkopftelephons zu bedienen, mit welchem ein kleines Trockenelement verbunden wird. Der Kreis besteht alsdann aus der Telephonmuschel, dem Trockenelement und zwei Leitungsenden, welche man in die Hand nehmen kann und mit denen man mit dem zu untersuchenden Kreis Kontakt macht. Entsteht ein Knacken im Telephon bei Berührung, so ist dies ein Zeichen, daß Kontakt gemacht wird, also daß der Kreis, wenigstens was den Ohmschen Widerstand anbelangt, in Ordnung ist; anderenfalls verbleibt das Telephon in Ruhe.

Die konstruktive Gestaltung dieser einfachen, aber empfindlichen Anordnung kann eine verschiedenartige sein, z. B. kann ein Kopftelephon mit einer Hörmuschel verwendet werden, wobei das Trockenelement in der einen Hörmuschel untergebracht ist, oder aber, was mit Rücksicht auf die Auswechslung des Trockenelementes vorteilhafter ist (W. J. Murdock Co.), man verwendet ein Einfachkopftelephon und versieht die Telephonmuschel mit einem kleinen Halter, mit dem direkt das Trockenelement verbunden wird.

G. Meßinstrumente. Voltmeter, Amperemeter, Galvanometer.

Die Industrie liefert drei äußerlich voneinander verschiedene Typen von Meßinstrumenten von kleinen Abmessungen. Bei der ersten Type ist ein Flansch an das Instrument angesetzt, der mehrere Bohrungen aufweist, um das Instrument auf der Empfangsplatte aufzuschrauben. Der größte Durchmesser dieser Ausführungen beträgt meist ca. 65 mm. Sie wird sowohl mit Stromzuleitungen von vorn als auch von rückwärts geliefert. Bei der zweiten Type ist kein Flansch vorhanden, das Instrument hat vielmehr eine gerade zylindrische Form, und die Anschlußklemmen befinden sich auf der Rückseite. Auch dieses Instrument ist für die Befestigung auf der Empfängerplatte gedacht. Die dritte Anordnung ist für tragbare Zwecke bestimmt und wird entweder in Kastenform, besonders bei größeren Abmessungen, geliefert, oder in Form einer großen Taschenuhr ausgeführt in Gestalt von kleinen Volt- und Amperemetern, um die Spannung oder auch die Stromstärke von Akkumulatoren- oder Elementbatterien zu prüfen.

In diesen drei Ausführungsformen werden im allgemeinen die nach verschiedenen Systemen gebauten eigentlichen Meßanordnungen hergestellt. Für alle Gleichstrommessungen kommt in der Hauptsache die Benutzung des Drehspulsystems inbetracht; für Messungen des Hochfrequenzstromes werden nur kleine Hitzdrahtinstrumente verwendet, um tunlichste Unabhängigkeit von der Frequenz des zu messenden Wechselstromes zu erhalten. Für Galvanometerzwecke werden auch noch Magnetspindel- anordnungen mit wenigen Windungen benutzt.

Ein häufig gebrauchtes Drehspulvoltmeter der Firma Dr. S. Guggenheimer ist in Abb. 18 wiedergegeben. Diese Instrumente werden für Gleichstrom und Wechselstrom nach dem elektromagnetischen Prinzip und für Gleichstrom allein auch für Präzisionsdrehspulinstrumente mit permanenten Magneten geliefert. Die elektromagnetischen Instrumente der Type E1 besitzen keine proportionale Skala und sind für Gleich- und Wechselstrom bis zu 500 Perioden hinauf benutzbar. Als

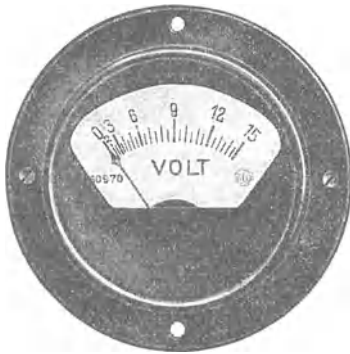


Abb. 18. Elektromagnetisches Voltmeter Type E1 von Dr. S. Guggenheimer.

Präzisionsinstrumente, nur für Gleichstrom verwendbar, haben sie genau proportionale Skala vom Null- bis zum Endwert bei kleinem Energieverbrauch. Die E1-Instrumente werden als Voltmeter bis 100 Volt direkt und bis 250 Volt mit separatem Vorschaltwiderstand ausgeführt, während die Ampere-meter bis maximal 20 Ampere hergestellt werden können. Die Drehspulinstrumente werden bis 100 Volt direkt und bis 150 Volt mit separatem Vorschaltwiderstand geliefert, wäh-

rend die Amperemeter bis 15 Ampere mit eingebautem Shunt und für größere Stromwerte mit besonderem Shunt ausgeführt werden.

Derartige Instrumente sind für folgende Meßbereiche im Handel zu haben:

0 bis 2 Ampere	0 bis 10 Ampere
0 „ 5 „	0 „ 15 „
0 „ 6 „	0 „ 25 „ usw.

In gleicher äußerlicher Ausführung werden Drehspulvoltmeter verkauft für folgende Skaleneinteilung:

0 bis 5 Volt	0 bis 12 Volt
0 „ 6 „	0 „ 15 „
0 „ 10 „	0 „ 25 „ usw.

Bei den Hitzdrahtinstrumenten, die in England häufig in Form von „Thermoammetern“ in den Handel kommen, sind

angeblich die diesen Instrumenten häufig anhaftenden Schwierigkeiten überwunden, indem die angezeigten Werte nicht durch Temperaturwechsel des Meßraumes beeinflußt werden und auch von Audio- oder Radiofrequenzen unabhängig sein sollen. In englischen Spezialgeschäften werden diese Thermoammeter mit folgenden Eichskalen geliefert:

0 bis 1 Ampere	0 bis 2,5 Ampere	
0 „ 1,5 „	0 „ 3 „	usw.
0 „ 2 „		



Abb. 19.
Hitzdrahtamperemeter Type H I
von Dr. S. Guggenheimer.

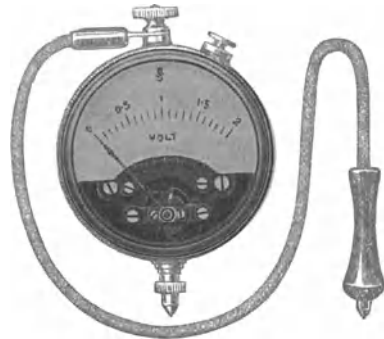


Abb. 20. Taschenvoltmeter von
Siemens & Halske.

In gleicher Weise sind Thermomilliamperemeter zu haben in Eichungen von:

0 bis 125 Milliampere	
0 „ 250 „	
0 „ 500 „	usw.

In Deutschland werden verhältnismäßig kleine Hitzdrahtinstrumente von Dr. S. Guggenheimer A.-G. geliefert. Die Ausführungsform eines Hitzdrahtamperemeters zeigt Abb. 19. Diese Type wird mit maximal 5 Ampere ausgeführt, und zwar für Schalttafelbau mit einem Gehäusedurchmesser von 57 mm und einem Grundplattendurchmesser von 74 mm und für versenkten Einbau mit einem Flachring von 74 mm Durchmesser.

Für die Nachmessung von Akkumulatoren können Taschenvoltmeter, entsprechend der Ausführung von Siemens & Halske gemäß Abb. 20, verwendet werden. Bei dieser Ausführung ist

der Eigenverbrauch infolge hohen inneren Widerstandes nur gering. Durch Drücken auf die Taste wird ein bekannter Widerstand parallel zum Instrument geschaltet, wodurch die Möglichkeit gegeben ist, Elemente offen und strombelastet auf ihre Spannung hin zu untersuchen.

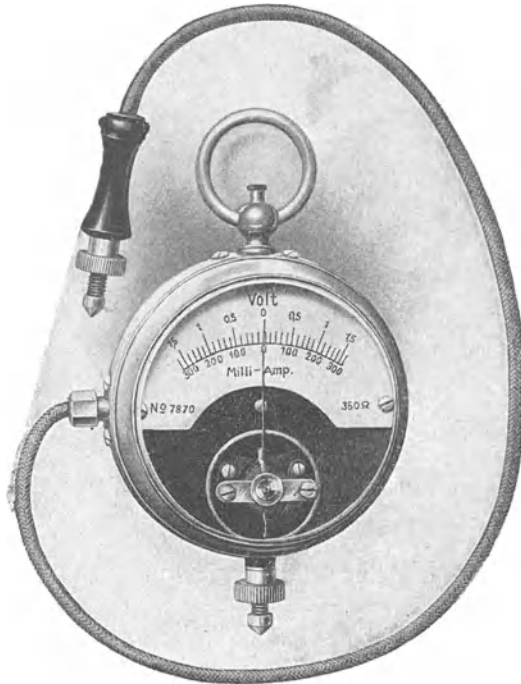


Abb. 21.

Taschenvolt- und Milliamperemeter von Dr. S. Guggenheimer.

Diese Tascheninstrumente werden nach dem elektromagnetischen Prinzip gebaut, und zwar bis 100 Volt und 20 Ampere direkt. Eine kombinierte Type gemäß Abb. 21 ist z. B. für 1,5 Volt und 300 Milliampere Meßbereich ausgeführt.

Derartige Instrumente werden in Deutschland von Dr. S. Guggenheimer mit zwei Polklemmen geliefert, um mit demselben Instrument sowohl Spannungs- als auch Strommessungen ausführen zu können.

Häufig werden auch Galvanometer verwendet, sei es in der gewöhnlichen astatischen Form, bei der eine Magnetnadel in einer Windung abgelenkt wird, sei es in einer besseren Galvanoskopausführung, entsprechend Abb. 22 (Siemens & Halske A.-G.). Mit einem derartigen Instrument können recht genaue Messungen ausgeführt werden.



Abb. 22.
Galvanoskop von
Siemens & Halske.

II. Wichtigste Meßschaltungen.

Außer den fertigen Meßapparaten, die sich der Radioamateur teils selbst herstellen, teils aber fertig kaufen kann, gibt es eine große Reihe von Schaltungen, welche besonders geeignet sind, in das Wesen der Sache eindringen zu lassen. Nachstehend sollen einige der für den Radioamateur wichtigsten wiedergegeben werden, wobei besondere Rücksicht darauf genommen ist, daß diese Schaltungen sich auch mit verhältnismäßig einfachen Mitteln verwirklichen lassen.

A. Messung der Wellenlänge eines gedämpften Senders.

Gemäß der Schaltungsanordnung von Abb. 23 *EN 01* soll die Wellenlänge des Senderkreises *iklk* gemessen werden. Der Wellenmesser *fegh* wird in ziemlich weitem Abstände vom

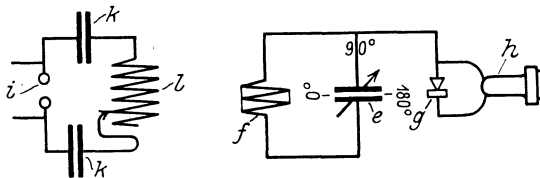


Abb. 23. *EN 01*. Messung der Wellenlänge eines gedämpften Senders.

Sender aufgestellt, und während Strichgebens des Senders wird das Resonanzmaximum festgestellt. Alsdann kann die Wellenlänge direkt am Wellenmesser abgelesen werden.

Sofern der Sender ungedämpfte Schwingungen erzeugt, kann man die Wellenlänge in gleicher Weise messen, jedoch ist es alsdann erforderlich, anstelle des Kristalldetektors g^1) die Kombination eines solchen mit einem Blockkondensator und einem Unterbrecher anzuwenden, dessen Unterbrechungszahl im akustisch hörbaren Bereich liegt (siehe den Wellenmesser S. 1ff). Es wird hierbei in gleicher Weise verfahren wie bei der Wellenlängenmessung des gedämpften Senders.

B. Messung der Grundschiwingung (Wellenlänge) einer Antenne (Empfangsantenne).

In die Antenne m (siehe Abb. 24 *EN 02*) seien die Abstimmittel n , die im normalen Betrieb benutzt werden, eingeschaltet. Um die Empfangswellenlänge bei nicht vorhandenem Sender-

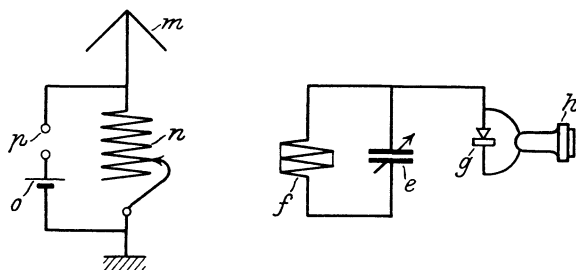


Abb. 24. *EN 02*. Messung der Wellenlänge einer Antenne (Empfangsantenne).

erregerkreise zu messen, kann man z. B. so vorgehen, daß die in die Antenne eingeschaltete Spule n durch eine Stromquelle o Stromstöße erhält, welche durch einen Unterbrecher p , der tunlichst im musikalischen Bereich arbeitet, erregt wird. Alsdann schwingt die Antenne in ihrer Betriebswellenlänge, welche wieder wie oben bei Abb. 23 *EN 01* durch den Wellenmesser $efgh$ festgestellt werden kann.

¹⁾ Bei dieser und den meisten der nachfolgenden Schaltungen ist der Kristalldetektor einpolig an den Schwingungskreis gelegt dargestellt, da die Empfangsenergie für Meßzwecke wohl stets ausreicht. Man kann aber auch den Detektor von der Spule f abzweigen, bzw. induktiv oder kapazitiv mit dem Kreise fe koppeln.

C. Genauere Messung der Grundschiwingung (Antenneneichung) eines Luftleiters.

Am zweckmäßigsten wird zur Erregung der Antenne *a* (siehe Abb. 25 EN 03) in diese eine kleine Funkenstrecke *b* eingeschaltet und mittels derselben mit seltenen Funken oder tönenden Funken die Antenne angestoßen. In die Antenne wird ferner noch eine für die Wellenlänge meist unwesentliche Erdschleife *c* eingeschaltet, mit welcher der Wellenmesser *d e* gekoppelt wird.

Es ist zu beachten, daß es für exakte Messungen keineswegs gleichgültig ist, an welcher Stelle der Antenne die Kapazitäts- und Selbstinduktionsmessung stattfindet. Die Strom- und Spannungsamplitude wird in der Erdleitung im allgemeinen eine andere sein als zwischen den Verlängerungsmitteln und der Antenne selbst. Ferner ist zu beachten, daß die Strom- und Spannungsverteilung und somit auch die Antennenkapazität und Selbstinduktion ihrerseits von der Wellenlänge abhängig sind. Um daher eine Einheitlichkeit und Vergleichsmöglichkeit zu schaffen, sollte man, soweit dies irgend zugänglich ist, stets mit einer in die Erdleitung geschalteten Kopplungsschleife, entsprechend Abb. 25, arbeiten.

Es ergibt sich alsdann die Grundschiwingung der Antenne gemäß:

$$\lambda_{\text{grundschw.}} = \lambda_b \cdot$$

Es folgt aber die Grundschiwingung aus der Antennenkapazität und Selbstinduktion gemäß

$$\lambda_{\text{grundschw.}} = 2\pi \sqrt{C_{\text{grundschw.}} \cdot L_{\text{grundschw.}}}$$

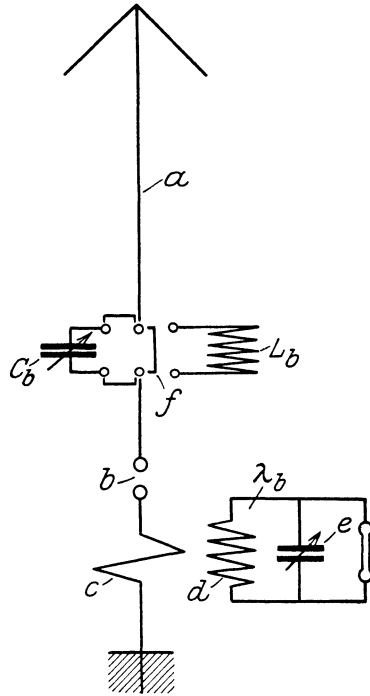


Abb. 25. EN 03.
Genauere Messung der Grundschiwingung einer Antenne.

Bei der Messung der Wellenlänge eines Luftleitergebildes werden die Fehler, insbesondere auch durch die zur Messung einzuschaltende Selbstinduktion, um so größer, je kleiner die tatsächliche Selbstinduktion des Luftleitergebildes ist. Dies tritt also schon in Erscheinung bei Schirmantennen, namentlich bei solchen, welche eine reusenförmige Energiezuleitung zur Antenne

besitzen, besonders aber ist dieses bemerkenswert bei Doppelkonusantennen, bei denen die Eigenselbstinduktion sehr gering ist.

Bei dem in Abb. 26 dargestellten Verfahren kann nicht nur die Eigenschwingung des Luftleitergebildes genauestens bestimmt werden, sondern es ist auch diese Messung in kürzester Zeit ausführbar.

Wenn a das zu messende Luftleitergebilde ist, so wird zur Messung in die Erdung desselben eine Selbstinduktionsspule b und ein veränderlicher Kondensator c eingeschaltet. Parallel zu diesen liegt ein Schalter d . e ist ein Meßkreis, z. B. ein Wellenmesser.

Es wird nun b c so lange verändert, bis es nichts mehr ausmacht, ob der Schalter d geöffnet oder geschlossen ist. Alsdann ist das System b c auf die Eigenschwingung der Antenne abgestimmt. In diesem Fall besteht nämlich zwischen den

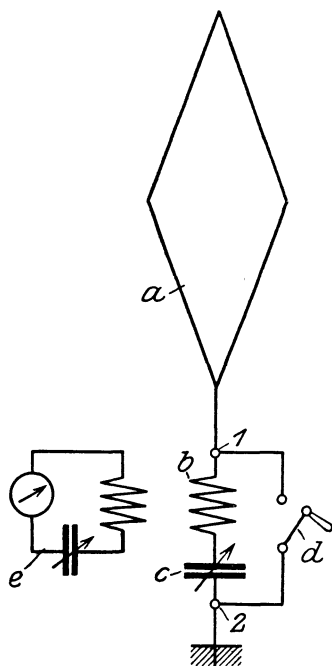


Abb. 26. EN 04.
Messung der Grundschwingung
einer Antenne.

Punkten 1 und 2 keine Spannungsdifferenz. Die Ablesung am Wellenmesser ergibt alsdann direkt die Grundschwingung.

D. Eichung der Antenne.

Für die Antenneneichung kann man einen Wellenmesser mit der Antenne koppeln und mittels eines mit der Antenne gekoppelten Detektor-Telephons bei richtiger Einregulierung die größte Lautstärke und infolgedessen die Wellenlänge nachweisen.

Bei den Empfängern der Praxis, bei denen im allgemeinen meist ein Sekundärkreis vorhanden ist, mit welchem der Detektor gekoppelt werden kann, ist eine einfachere Möglichkeit der Antenneneichung gegeben, indem man den Sekundärkreis in Wellenlängen eicht (siehe unter E) und entweder den Sekundärkreis mittels eines Summers anstößt, wobei man mit der Antenne die Kombination Detektor-Telephon verbinden muß, oder aber indem man mit der Antenne gekoppelt einen Summer verwendet und die größte Lautstärke an dem im Sekundärkreis verbundenen Detektor-Telephon feststellt.

Die hierbei häufig auftretenden Nachteile der direkten Induktion vom Summer auf den Sekundärkreis, von Oberschwingungen bei Röhrenempfängern, insbesondere solchen zum Schwebungsempfang usw. kann man dadurch vermeiden, daß man entweder auf die Antenne mittels eines besonderen Summerkreises induziert, oder aber indem, wenn der Summer in der Antenne liegt, mit einem Tertiärsystem empfangen wird, um direkt Niederfrequenzinduktionen auszuschließen.

E. Messung der Wellenlänge (Eichung) des Sekundärkreises eines Empfängers.

Der Sekundärkreis des Empfängers nq möge in gleicher Weise wie bei Abb. 24 *EN 02* durch einen Unterbrecher p nebst Stromquelle o gemäß dem Schaltungsschema Abb. 27 *EN 05* erregt

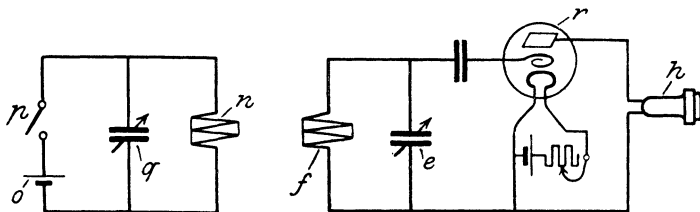


Abb. 27. *EN 05*. Messung (Eichung) der Wellenlänge des Sekundärkreises.

werden. Der Meßkreis ef möge in diesem Falle jedoch als Resonanzindikator nicht einen Kristalldetektor, sondern eine Audionröhre r enthalten, welche auf das Empfangstelephon h wirkt. Auch bei dieser Schaltung wird im Telephon h wieder auf größte Lautstärke eingestellt und die vorhandene Wellenlänge abgelesen.

F. Eichung eines geschlossenen Kreises in Wellenlängen.

Die Eichung eines geschlossenen Schwingungskreises, welcher z. B. als Wellenmeßkreis dienen soll, ist von besonderem Interesse. Es soll infolgedessen nachstehend eine der wichtigsten Methoden zur Eichung derartiger Kreise behandelt werden. Zu berücksichtigen ist hierbei, daß bei den hohen Schwingungszahlen der drahtlosen Telegraphie aus Gründen der Zweckmäßigkeit nicht mit Periodenzahlen gerechnet wird, da diese zu groß sein würden, sondern stets mit Wellenlängen, wobei zwischen der Wellenlänge, der Periodenzahl und der Dauer einer Periode die Beziehung besteht:

$$\lambda = v \cdot T = v \cdot \frac{1}{\nu} = 3 \cdot 10^{10} \cdot \frac{1}{\nu}.$$

Die Eichung eines Meßkreises kann bewirkt, also die Wellenlänge ermittelt werden:

Mittels des Paralleldrahtsystems von Lecher.

Eine der ältesten und, wenn es sich nicht um sehr kleine Wellenlängen handelt, auch heute noch die beste Eichmethode zur Erzeugung von Wellen genau definierter Länge ist die Lechersche Paralleldrahtanordnung (1890), welche es auch zuerst ermöglicht hat, festzustellen, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Störungen in genauer Übereinstimmung mit der Maxwell'schen Theorie mit Lichtgeschwindigkeit stattfindet.

Die Lechersche Paralleldrahtanordnung gibt in einer geschickteren Anordnungsform von J. Zenneck schematisch Abb. 28 *EN 06* wieder. Mittels einer Hochspannungsquelle und einer Funkenstrecke werden in einem Primärsystem I elektromagnetische Schwingungen erzeugt, welche sich auf das System II übertragen. g ist ein Metallreiter, welcher auf dem Paralleldrahtsystem f verschoben werden kann, h ist eine Heliumröhre, welche sich stets in der Mitte zwischen d und g befinden soll. Der Abstand der Paralleldrähte voneinander muß gegenüber ihrer Länge gering sein. Die Länge der Drähte richtet sich in der Hauptsache nach der benutzten Wellenlänge, d. h. also, je größer die Frequenz, um so geringer kann die Drahtlänge gewählt werden. Nicht benutzte längere Drahtenden sind möglichst zu vermeiden.

Die Röhre h leuchtet bei Erregung des Systems I im allgemeinen nicht auf. Nur bei einer bestimmten Stellung des Metallreiters g leuchtet sie hell auf, nämlich dann, wenn das Paralleldrahtsystem auf das Erregersystem abgestimmt ist. Das als dann auftretende Schwingungsbild bei der Grundschwingung für Strom- und Spannungsverteilung ist in der Abbildung eingetragen. In g und d sind also Spannungsknoten vorhanden, und die halbe Wellenlänge entspricht der Drahtlänge $f = d g$.

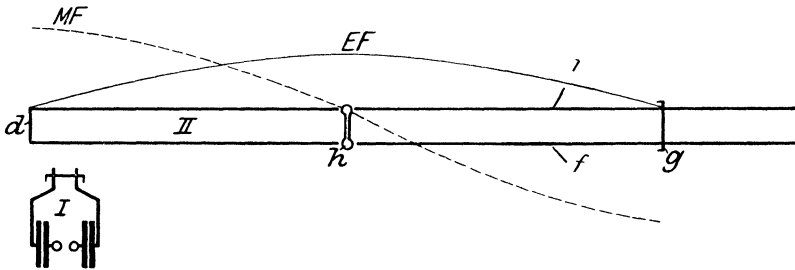


Abb. 28. *EN 06.* Lechers Paralleldrahtanordnung nach J. Zenneck zur Eichung eines Wellenmessers.

Der im Paralleldrahtsystem fließende Strom ist $J = J_0 \sin(\omega t)$. Dann ist die in ihm induzierte EMK

$$E_p = -L \cdot \frac{dJ}{dt} = -L \cdot J_0 \cdot \omega \cdot \cos(\omega t).$$

Wenn man den Ohmschen Widerstand vernachlässigt, erzeugt der Induktionsstrom eine weitere Phasenverschiebung von 90° gegenüber dem eigentlichen Strom.

Würde man in den Knotenpunkten der elektrischen Feldintensität andere Körper oder gar metallische Massen anbringen, so würde hierdurch das Schwingungsphänomen nicht wesentlich gestört werden. Hierin liegt ein wesentlicher Vorteil des Lechersystems, nämlich der der geringen Beeinflussbarkeit der Periodenzahl durch in nicht zu großer Nähe befindliche Leiter. Selbst ein zweiter Metallreiter, der in der Nähe des Reiters g angebracht werden würde, wäre nicht imstande, eine merkliche Beeinflussung des Schwingungsverlaufes und der Periodenzahl hervorzurufen. Auch macht es wenigstens bei kleinen Wellenlängen nicht viel aus, wenn die Paralleldrähte entweder um 90° abgelenkt und

parallel weitergeführt werden. Mit Bezug auf die räumliche Anordnung stellt diese Unempfindlichkeit einen erheblichen Vorteil dar.

G. Eichung eines Wellenmessers mittels eines Normalwellenmessers.

Die beste und zuverlässigste Eichung kann der Amateur naturgemäß dann bewirken, wenn ihm ein Normalwellenmesser etwa leihweise zur Verfügung steht. Unter Benutzung eines Lichtbogen-

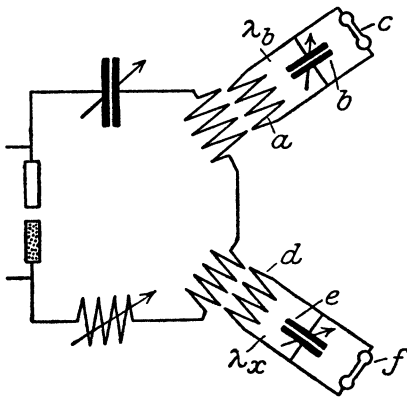


Abb. 29. *EN 07*.
Eichung eines Wellenmessers mittels eines Normalwellenmessers.

generators, den er sich für Meßzwecke bei einiger Geschicklichkeit gut selbst herstellen kann (siehe z. B. *Ztschr. d. Radio-Amateur I. 1923, Heft 5*. Dr. L. Bergmann), ist der Aufbau etwa folgender, gemäß Abb. 29 *EN 07*. Hierin sei *abc* der geeichte Wellenmesser, *def* der zu eichende Wellenmesser. Die Periodenzahl des Erregerkreises kann verändert werden und wird für jede Wellenlänge mittels des geeichten Wellenmessers *abc* festgestellt.

Bezeichnet man mit λ_b die bekannte Wellenlänge des geeichten Wellenmessers, mit λ_x die Wellenlänge des zu eichenden Wellenmessers, so ergibt sich für alle Wellenlängen:

$$\lambda_x = \lambda_b .$$

H. Eichung des Wellenmessers, mittels Empfangs von einer Senderstation, deren Wellenlänge bekannt ist.

Am einfachsten und im allgemeinen auch von hinreichender Genauigkeit ist die Eichung durch Empfang eines Senders, dessen Wellenlänge man genau kennt. Das nachstehende Senderprogramm zeigt die wichtigsten Senderwellenlängen und Zeiten vom Oktober 1923 (vgl. auch *Zeitschrift der Radio-Amateur I. S. 52 ff., S. 109 ff.* und weitere Ergänzungen von H. Steiniger).

Zeit	Montag	Zeit	Dienstag
6 ⁴⁰	Eiffelturm 2600 W. M.B.	3 ⁰⁰	Prag 1800 K.
7 ⁰⁰	Königswusterh. 4000 Bö.	3 ²⁰	Eiffelturm 2600 Bö.
8 ⁰⁰ d. gan- zen Tag	Königswusterhausen 4000 Bö.	4 ⁰⁰	Prag 1800 N.
8 ⁰⁰	Prag 1800 M.B.	4 ⁵⁰	Brüssel 1100 M.B.
10 ⁰⁰	Prag 1800 K.	5 ⁰⁰ —6 ⁰⁰	Nizza 460 N. K.
10 ⁴⁵ —11 ¹⁵	Lyon 3100 K.	5 ⁰⁵	Levallois-Perret 1780 Bö.
11 ⁰⁰	Nizza 460 N. K.	5 ¹⁵ —6 ¹⁵	Levallois-Perret 1780 K.
11 ³⁰ —12 ³⁰	Engl. Broadcast.	6 ⁰⁰ —7 ⁰⁰	Genf 1200 K.
12 ⁰⁰	Brüssel 1100 M.B.	6 ²⁰	Eiffelturm 2600 M.B. K.
12 ⁰⁰	Prag 1800 M.B.	7 ¹⁵	Prag-Kiel 1150 W.M.B.
1 ³⁰	Prag-Kiel 1150 Bö.	7 ²⁰	Eiffelturm 2500 M.B.
3 ⁰⁰ —5 ⁰⁰	Haag 1050 K.	7 ⁴⁵ —10 ⁰⁰	Ecole Superieure 450 K.
3 ⁰⁰	Prag 1800 K.	7 ⁴⁵ —10 ⁰⁰	Haag 1050 K.
3 ²⁰	Eiffelturm 2600 Bö.	8 ¹⁵	Prag-Kiel 1150 Bö.B.
4 ⁰⁰	Prag 1800 N.	8 ³⁰ —10 ³⁰	Engl. Broadcast.
4 ⁵⁰	Brüssel 1100 M.B.	8 ⁴⁵	Levallois-Perret 1780 N.
5 ⁰⁰ —6 ⁰⁰	Nizza 460 N. K.	9 ⁰⁰	Brüssel 1100 K.
5 ⁰⁴	Levallois-Perret 1780 Bö.	9 ¹⁰	Nizza 460 N. K.
5 ¹⁵ —6 ¹⁵	Levallois-Perret 1780 K.	9 ³⁰ —10 ³⁰	Levallois-Perret 1780 K.
6 ⁰⁰ —7 ⁰⁰	Genf 1200 K.	10 ⁰⁰	Prag 1800 K.
6 ²⁰	Eiffelturm 2600 M.B. K.	10 ¹⁰	Eiffelturm 2600 M.B. W.
7 ¹⁵	Prag-Kiel 1150 W.M.B.	11 ¹⁵	Eiffelturm 2600 W.
7 ²⁰	Eiffelturm 2600 M.B.		
8 ¹⁵	Prag-Kiel 1150 Bö.B.		
8 ³⁰ —10 ³⁰	Engl. Broadcast.		
8 ⁴⁰ —9 ⁴⁰	Haag 1050 K.		
8 ⁴⁵	Levallois-Perret 1780 N.		
9 ¹⁰	Nizza 460 N. K.		
9 ³⁰ —10 ³⁰	Levallois-Perret 1780 K.		
10 ⁰⁰	Prag 1800 K.		
10 ¹⁰	Eiffelturm 2600 M.B. W.		
11 ¹⁵	Eiffelturm 2600 W.		
Zeit	Dienstag	Zeit	Mittwoch
6 ⁴⁰	Eiffelturm 2600 W. M.B.	6 ⁴⁰	Eiffelturm 2600 W. M.B.
7 ⁰⁰	Königswusterh. 4000 Bö.	7 ⁰⁰	Königswusterh. 4000 Bö.
8 ⁰⁰ d. gan- zen Tag	Königswusterhausen 4000 Bö.	8 ⁰⁰ d. gan- zen Tag	Königswusterhausen 4000 Bö.
8 ⁰⁰	Prag 1800 M.B.	8 ⁰⁰	Prag 1800 M.B.
10 ⁰⁰	Prag 1800 K.	10 ⁰⁰	Prag 1800 K.
10 ⁴⁵ —11 ¹⁵	Lyon 3100 K.	10 ⁴⁵ —11 ¹⁵	Lyon 3100 K.
11 ⁰⁰	Nizza 460 N. K.	11 ⁰⁰	Nizza 460 N. K.
11 ³⁰ —12 ³⁰	Engl. Broadcast.	11 ³⁰ —12 ³⁰	Engl. Broadcast.
12 ⁰⁰	Brüssel 1100 M.B.	12 ⁰⁰	Brüssel 1100 M.B.
12 ⁰⁰	Prag 1800 M.B.	12 ⁰⁰	Prag 1800 M.B.
1 ³⁰	Prag-Kiel 1150 Bö.	1 ³⁰	Prag-Kiel 1150 Bö.
3 ⁰⁰	Prag 1800 K.	3 ⁰⁰	Prag 1800 K.
3 ²⁰	Eiffelturm 2600 Bö.	3 ²⁰	Eiffelturm 2600 Bö.
4 ⁰⁰	Prag 1800 N.	4 ⁰⁰	Prag 1800 N.
4 ⁵⁰	Brüssel 1100 M.B.	4 ⁵⁰	Brüssel 1100 M.B.
5 ⁰⁰ —6 ⁰⁰	Nizza 460 N. K.	5 ⁰⁰ —6 ⁰⁰	Nizza 460 N. K.
5 ⁰⁵	Levallois-Perret 1780 Bö.	5 ⁰⁵	Levallois-Perret 1780 Bö.
5 ¹⁵ —6 ¹⁵	Levallois-Perret 1780 K.	5 ¹⁵ —6 ¹⁵	Levallois-Perret 1780 K.
6 ⁰⁰ —7 ⁰⁰	Genf 1200 K.	6 ⁰⁰ —7 ⁰⁰	Genf 1200 K.
6 ²⁰	Eiffelturm 2600 M.B. K.	6 ²⁰	Eiffelturm 2600 M.B. K.
7 ¹⁵	Prag-Kiel 1150 W.M.B.	7 ¹⁵	Prag-Kiel 1150 W.M.B.
7 ²⁰	Eiffelturm 2600 M.B.	7 ²⁰	Eiffelturm 2600 M.B.

Zeit	Mittwoch	Zeit	Freitag
8 ⁰⁰ —9 ⁰⁰	Berlin. Telefunken 290K.	6 ⁴⁰	Eiffelturm 2600 W. M.B.
8 ¹⁰ —9 ¹⁰	Amsterdam 1050 K. N.	7 ⁰⁰	Königswusterh. 4000 Bö.
8 ¹⁵	Prag-Kiel 1150 Bö.B.	8 ⁰⁰ d. gan-	Königswusterhausen
8 ³⁰ —10 ³⁰	Engl. Broadcast.	zen Tag	4000 Bö.
8 ⁴⁵	Levallois-Perret 1780 N.	8 ⁰⁰	Prag 1800 M.B.
9 ¹⁰	Nizza 460 N. K.	10 ¹⁰	Prag 1800 K.
9 ⁰⁰ —10 ⁰⁰	Berl. Labor. Paul 440 K.	10 ⁴⁵ —11 ¹⁵	Lyon 3100 K.
9 ³⁰ —10 ³⁰	Levallois-Perret 1780 K.	11 ⁰⁰	Nizza 460 N. K.
10 ⁰⁰	Prag 1800 K.	11 ³⁰ —12 ³⁰	Engl. Broadcast.
10 ¹⁰	Eiffelturm 2600 M.B. W.	12 ⁰⁰	Brüssel 1100 M.B.
11 ¹⁵	Eiffelturm 2600 W.	12 ⁰⁰	Prag 1800 M.B.
		1 ³⁰	Prag-Kiel 1150 Bö.
		3 ⁰⁰	Prag 1800 K.
		3 ²⁰	Eiffelturm 2600 Bö.
		4 ⁰⁰	Prag 1800 N.
		4 ⁵⁰	Brüssel 1100 M.B.
		5 ⁰⁰ —6 ⁰⁰	Nizza 460 N. K.
		5 ⁰⁵	Levallois-Perret 1780 Bö.
		5 ¹⁵ —6 ¹⁵	Levallois-Perret 1780 K.
		6 ⁰⁰ —7 ⁰⁰	Genf 1200 K.
		6 ²⁰	Eiffelturm 2600 M.B. K.
		7 ¹⁵	Prag-Kiel 1150 W.M.B.
		7 ²⁰	Eiffelturm 2600 M.B.
		8 ¹⁵	Prag-Kiel 1150 Bö.B.
		8 ³⁰ —10 ³⁰	Engl. Broadcast.
		8 ⁴⁵	Levallois-Perret 1780 N.
		8 ⁴⁰ —9 ⁴⁰	Haag 1050 N. K.
		9 ¹⁰	Nizza 460 N. K.
		9 ³⁰ —10 ³⁰	Levallois-Perret 1780 N.
		10 ⁰⁰	Prag 1800 K.
		10 ¹⁰	Eiffelturm 2600 M.B. W.
		11 ¹⁵	Eiffelturm 2600 W.
Zeit	Donnerstag	Zeit	Sonnabend
6 ⁴⁰	Eiffelturm 2600 W. M. B.	6 ⁴⁰	Eiffelturm 2600 W. M.B.
7 ⁰⁰	Königswusterh. 4000 Bö.	7 ⁰⁰	Königswusterh. 4000 Bö.
8 ⁰⁰ d. gan-	Königswusterhausen	8 ⁰⁰ d. gan-	Königswusterhausen
zen Tag	4000 Bö.	zen Tag	4000 Bö.
8 ⁰⁰	Prag 1800 M.B.	8 ⁰⁰	Prag 1800 M.B.
10 ¹⁰	Prag 1800 K.	10 ¹⁰	Prag 1800 K.
10 ⁴⁵ —11 ¹⁵	Lyon 3100 N. K.	10 ⁴⁵ —11 ¹⁵	Lyon 3100 K.
11 ⁰⁰	Nizza 460 N. K.	11 ⁰⁰	Nizza 460 N. K.
11 ³⁰ —12 ³⁰	Engl. Broadcast.	11 ³⁰ —12 ³⁰	Engl. Broadcast.
12 ⁰⁰	Brüssel 1100 M.B.	12 ⁰⁰	Brüssel 1100 M.B.
12 ⁰⁰	Prag 1800 M.B.	12 ⁰⁰	Prag 1800 M.B.
1 ³⁰	Prag-Kiel 1150 Bö.	1 ³⁰	Prag-Kiel 1150 Bö.
3 ⁰⁰	Prag 1800 K.	3 ⁰⁰	Prag 1800 K.
3 ²⁰	Eiffelturm 2600 Bö.	3 ²⁰	Eiffelturm 2600 Bö.
4 ⁰⁰	Prag 1800 N.	4 ⁰⁰	Prag 1800 N.
4 ⁵⁰	Brüssel 1100 M.B.	4 ⁵⁰	Brüssel 1100 M.B.
5 ⁰⁰ —6 ⁰⁰	Nizza 460 N. K.	5 ⁰⁰ —6 ⁰⁰	Nizza 460 N. K.
5 ⁰⁵	Levallois-Perret 1780 Bö.	5 ⁰⁵	Levallois-Perret 1780 Bö.
5 ¹⁵ —6 ¹⁵	Levallois-Perret 1780 K.	5 ¹⁵ —6 ¹⁵	Levallois-Perret 1780 K.
6 ⁰⁰ —7 ⁰⁰	Genf 1200 K.	6 ⁰⁰ —7 ⁰⁰	Genf 1200 K.
6 ²⁰	Eiffelturm 2600 M.B. K.	6 ²⁰	Eiffelturm 2600 M.B. K.
7 ¹⁵	Prag-Kiel 1150 W.M.B.	7 ¹⁵	Prag-Kiel 1150 W.M.B.
7 ²⁰	Eiffelturm 2600 M.B.	7 ²⁰	Eiffelturm 2600 M.B.
7 ⁴⁵ —10 ⁰⁰	Ecole Superieure 450 K.	7 ⁴⁵ —10 ⁰⁰	Ecole Superieure 450 K.
8 ¹⁵	Prag-Kiel 1150 Bö.B.	8 ¹⁵	Prag-Kiel 1150 Bö.B.
8 ³⁰ —10 ³⁰	Engl. Broadcast.	8 ³⁰ —10 ³⁰	Engl. Broadcast.
8 ⁴⁰ —9 ⁴⁰	Haag 1050 K.	8 ⁴⁰ —9 ⁴⁰	Haag 1050 K.
8 ⁴⁵	Levallois-Perret 1780 N.	8 ⁴⁵	Levallois-Perret 1780 N.
9 ⁰⁰	Brüssel 1100 K.	9 ⁰⁰	Brüssel 1100 K.
9 ¹⁰	Nizza 460 N. K.	9 ¹⁰	Nizza 460 N. K.
9 ³⁰ —10 ³⁰	Levallois-Perret 1780 K.	9 ³⁰ —10 ³⁰	Levallois-Perret 1780 K.
10 ⁰⁰	Prag 1800 K.	10 ⁰⁰	Prag 1800 K.
10 ¹⁰	Eiffelturm 2600 M.B. W.	10 ¹⁰	Eiffelturm 2600 M.B. W.
11 ¹⁵	Eiffelturm 2600 W.	11 ¹⁵	Eiffelturm 2600 W.
		2 ³⁰ —7 ³⁰	Ecole Superieure 450 K.
		3 ⁰⁰	Prag 1800 N.

Zeit	Sonnabend	Zeit	Sonntag
3 ²⁰	Eiffelturm 2600 Bö.	6 ⁴⁰	Eiffelturm 2600 W. M.B.
4 ⁰⁰	Prag 1800 N.	8 ⁰⁰	Prag 1800 M.B.
4 ⁵⁰	Brüssel 1100 M.B.	11 ⁰⁰	Nizza 460 K.
5 ⁰⁰ —6 ⁰⁰	Nizza 460 N. K.	11 ⁰⁰ —12 ⁰⁰	Prag-Kiel 1150 K.
5 ⁰⁵	Levallois-Perret 1780 Bö.	11 ³⁰ —12 ³⁰	Engl. Broadcast.
5 ¹⁵ —6 ¹⁵	Levallois-Perret 1780 K.	12 ⁰⁰ —1 ⁰⁰	Königswusterh. 2700 K.
6 ⁰⁰ —7 ⁰⁰	Genf 1200 K.	12 ⁰⁰	Prag 1800 M.B.
6 ²⁰	Eiffelturm 2600 M.B. K.	2 ⁰⁰ —3 ⁰⁰	Levallois-Perret 1780 K.
7 ¹⁵	Prag-Kiel 1150 W.M.B.	3 ⁰⁰ —5 ⁰⁰	Haag 1050 K.
7 ²⁰	Eiffelturm 2600 M.B.	5 ⁰⁰	Nizza 460 N. K.
8 ¹⁵	Prag-Kiel 1150 Bö.B.	6 ⁰⁰	Brüssel 1100 K.
8 ³⁰ —10 ³⁰	Engl. Broadcast.	6 ⁰⁰ —7 ⁰⁰	Genf 1200 K.
8 ⁴⁰ —9 ⁴⁰	Ymuiden (Holl.) 1050 K.	6 ²⁰	Eiffelturm 2600 M.B. K.
8 ⁴⁵	Levallois-Perret 1780 N.	7 ²⁰	Eiffelturm 2600 M.B.
9 ⁰⁰ —10 ⁰⁰	Berl. Labor. Paul 440 K.	8 ³⁰ —10 ³⁰	Engl. Broadcast.
9 ¹⁰	Nizza 460 N. K.	9 ¹⁰	Nizza 460 N. K.
9 ³⁰ —10 ³⁰	Levallois-Perret 1780 K.	9 ⁴⁰ —10 ⁴⁰	Haag 1050 K.
10 ⁰⁰	Prag 1800 K.	10 ¹⁰	Eiffelturm 2600 M.B. W.
10 ¹⁰	Eiffelturm 2600 M.B. W.	11 ¹⁵	Eiffelturm 2600 W.
11 ¹⁵	Eiffelturm 2600 W.		

I. Wheatstonesche Brücke für Kapazitätsmessungen.

Diese Brücke¹⁾ arbeitet je nach der Unterbrechungszahl und Unterbrechungskonstruktion mit Nieder- oder Mittelfrequenz.

Abb. 30 *EN 08* zeigt das allgemeine Schaltungsschema dieser Brücke, mittels welcher die unbekannte Kapazität eines Kondensators C_x festgestellt werden soll. C_b ist der bekannte Kondensator, a b ist ein Widerstand, der ebenso wie die andern Brückenleitungen möglichst kapazitäts- und selbstinduktionsfrei, dabei aber von hohem Ohmschen Widerstand sein soll. c ist die Stromquelle, d ein Stromschlüssel, e ein Unterbrecher, wozu zweckmäßig ein Tonsummer genommen wird, und f ist ein auf dem Widerstand

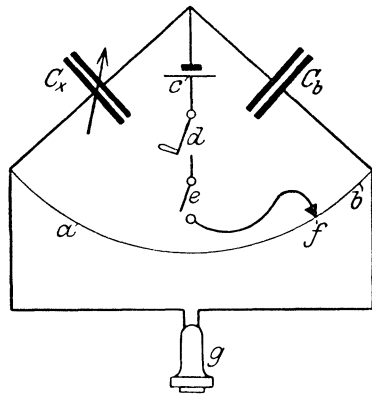


Abb. 30. *EN 08*. Wheatstonesche Brücke für Kapazitätsmessungen.

¹⁾ Siehe auch unter I. E. S. 14, die Kapazitätsmeßbrücke.

schleifender variabler Kontakt. Als Indikationsinstrument wird zweckmäßig ein Telephon g verwendet.

Beim Minimum des Geräusches im Telephon, bzw. völligem Verschwinden des Geräusches ist die Brücke abgeglichen, und es ist alsdann

$$C_x = \frac{b}{a} \cdot C_a .$$

Anstelle eines lokalisierten Kondensators C_x kann, wie schon erwähnt, auch jede andere, eine Kapazität darstellende Anordnung, wie z. B. Antenne gegen Erde oder Antenne gegen Gegengewicht oder Gegengewicht gegen Erde auf diese Weise gemessen werden.

K. Messung der Kapazität einer Antenne.

Die Kapazität der Antenne m wird gemäß Abb. 31 *EN 09* gemessen. Als Meßkreis dient ein geeichter Resonanzkreis ef mit Kristalldetektor g und Telephon h . Der Schalter s wird in

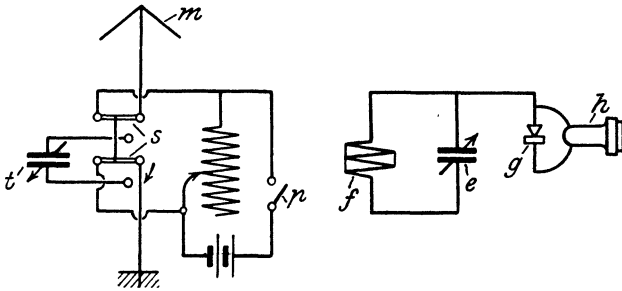


Abb. 31. *EN 09*. Messung der Kapazität einer Antenne.

die gezeichnete Stellung gebracht, der Summer p wird betätigt und die erzielte Wellenlänge wird am Wellenmeßkreis abgelesen. Darauf wird der Schalter s auf die unteren Kontakte geschaltet und der Kondensator t wird so lange variiert, bis wiederum das Maximum des Geräusches im Wellenmeßkreis erzielt wird. Wenn man den Kondensator nunmehr eicht oder von vornherein einen geeichten Kondensator benutzt hat, so kann man die statische Antennenkapazität direkt an der Skala des Kondensators ablesen.

L. Messung der Selbstinduktion oder Kapazität unter Benutzung eines Wellenmessers und einer Spule oder eines Kondensators bekannter Induktanz, bzw. Kapazität.

Benutzt wird gemäß Schaltungsschema Abb. 32 *EN 010* wieder der Wellenmeßkreis *efgh*. Im übrigen sind sowohl die Spule *n* als auch der Kondensator *z* leicht auswechselbar. Der hieraus gebildete Kreis wird durch den Summer *p* nebst Stromquelle *o* erregt. Man mißt mit dem Wellenmeßkreis die Wellenlänge des jeweilig eingestellten Kreises *nz*. Da nun entweder die Kapa-

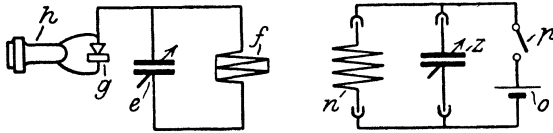


Abb. 32. *EN 010*. Messung der Selbstinduktion oder Kapazität unter Benutzung eines Wellenmessers und einer Spule oder eines Kondensators bekannter Induktanz bzw. Kapazität.

zität des Kondensators *z* oder die Selbstinduktion der Spule *n* bekannt ist, kann man ohne weiteres den andern gewünschten Wert finden aus den abgekürzten Ausdrücken:

$$L = \frac{\lambda^{2m}}{3552 C^{MF}}$$

$$C = \frac{\lambda^{2m}}{3552 L^{cm}} .$$

M. Wheatstonesche Brücke für Selbstinduktionsmessungen.

Die Brücke wird auch hierbei mit Niederfrequenz oder Mittelfrequenz betrieben. Vorteilhaft ist es, den Speisewechselstrom der Brücke möglichst sinusförmig zu gestalten.

Die besondere Anordnung, welche zweckmäßig gewählt wird, geht aus Abb. 33 *EN 11* hervor. L_b ist eine bekannte Selbstinduktion, zweckmäßig ein geeichtes Selbstinduktionsvariometer.

Der Schiebekontakt *f* wird verändert, bis ein annäherndes Tonminimum im Telefon *g* bemerkbar ist, alsdann werden die möglichst kapazitäts- und selbstinduktionsfreien Widerstände *h*

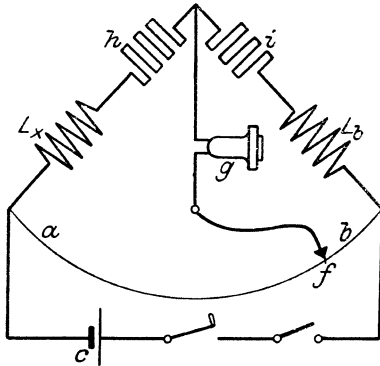


Abb. 33. *EN 011*.
Wheatstonesche Brücke für Selbstinduktionsmessungen.

und i unter weiterer Verschiebung des Kontaktes f so lange verändert, bis ein absolutes Geräuschminimum im Telefon erzielt ist. Es gilt alsdann:

$$L_x = \frac{a}{b} \cdot L_b .$$

Die Brücke kann in einfachster Weise auch dazu verwendet werden, den Ohmschen Widerstand einer Selbstinduktionsspule festzustellen.

Die Spule mit dem bekannten Selbstinduktionskoeffizienten L_b wird alsdann durch einen bekannten Widerstand ersetzt, die Widerstände h und i werden kurzgeschlossen, und die mittels eines Galvanometers als Indikationsinstrument versehene Brücke braucht alsdann nur mittels der Stromquelle c erregt zu werden.

N. Messung der Dielektrizitätskonstante und des Frequenzfaktors nach der Resonanzmethode.

Die Dielektrizitätskonstante eines Isolators kann in einfachster Weise statisch, z. B. mittels der Kapazitätsmeßbrücke nach Wheatstone, entsprechend Abb. 30 *EN 08* ermittelt werden. Handelt es sich um einen flüssigen Isolator, so mißt man zunächst die Kapazität C_x in Luft, das andere Mal wird zwischen die Kondensatorplatten das zu untersuchende flüssige Dielektrikum gebracht. Es ergibt sich alsdann die Dielektrizitätskonstante direkt aus dem Verhältnis der in beiden Fällen gemessenen Kapazitäten.

Bei der Messung eines festen Dielektrikums kann man in ähnlicher Weise vorgehen, und es ist in diesem Falle am bequemsten, einen nur aus zwei Platten bestehenden Kondensator anzuwenden, dessen Plattengröße gleich dem zu untersuchenden Material ist, und wobei dieses zwischen die beiden Platten ohne Luftzwischenraum geklemmt wird.

Da jedoch einmal, wie schon bemerkt, die statische Kapazität nicht unerheblich von der Hochfrequenzkapazität abweicht, und

da außerdem bei vielen Stoffen eine Verschiedenheit der Dielektrizitätskonstante in Abhängigkeit von der Wellenlänge (Frequenzfaktor) eintritt, ist ein einfacheres Verfahren, entsprechend der Anordnung von Abb. 34 *EN* 012, vorzuziehen.

Aus einem Zweiplattenkondensator *b*, einer Selbstinduktions-
spule *a* und einer Entladestrecke *c* wird das Erregersystem ge-
bildet. Dieses induziert auf den als geeichten Empfänger ge-
schalteten Wellenmesser *d e f*, bei welchem z. B. von einem großen,
die Wellenlänge nicht beeinflussenden Festkondensator der De-
tektor *g* und das Telephon *h* abzweigt sein können.

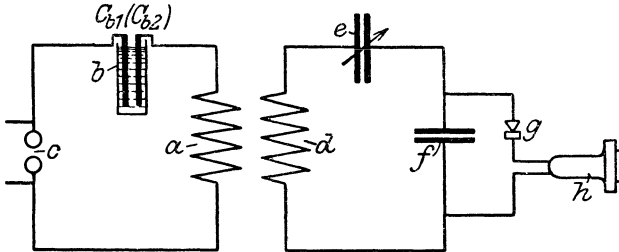


Abb. 34. *EN* 012. Schaltungsanordnung zur Messung der Dielektrizitäts-
konstante und des Frequenzfaktors.

Es ergeben sich alsdann zwei verschiedene Resonanzstellungen;
die eine für den Kondensator *b* in Luft, die andere in dem zu unter-
suchenden flüssigen Dielektrikum, und man erhält die Dielek-
trizitätskonstante aus dem Ausdruck:

$$\varepsilon = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^2 = \frac{C_{b2}}{C_{b1}}.$$

Mittels dieser Methode kann man in einfachster Weise auch
die Abhängigkeit des zu untersuchenden Dielektrikums von der
Wellenlänge feststellen, indem man z. B. die nach der statischen
Methode gefundene Kapazität durch die nach der Hochfrequenz-
methode ermittelte Kapazität dividiert. Man erhält auf diese
Weise den Frequenzfaktor.

O. Messung des Kopplungskoeffizienten (Kopplungsgrades).

Sobald auf Grund der obigen Messungen der wechselseitige
Selbstinduktionskoeffizient der Spulen bekannt ist und mittels
einer der vorstehenden Methoden die Selbstinduktionskoeffi-

zienten der Spulen festgestellt wurden, folgt der Kopplungskoeffizient aus:

$$k = \sqrt{\frac{L_{21} \cdot L_{12}}{L_1 \cdot L_2}} = \frac{L_{12}}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}}.$$

Ist die Selbstinduktion den beiden Systemen gemeinsam, so erhält man den vereinfachten Ausdruck:

$$k = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}}.$$

In der Praxis begnügt man sich im allgemeinen, den Kopplungsgrad K aus den gemessenen Wellenlängen oder Kapazitäten festzustellen. Es ergibt sich der Kopplungsgrad:

$$k = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda}.$$

Hierin ist λ die Grundschwingung, λ_2 die tiefere, λ_1 die höhere der beiden sich ausbildenden Kopplungsschwingungen. Um diese zu erhalten, hat man den Wellenmesser möglichst lose mit einem der beiden Systeme, deren Kopplungsgrad gemessen werden soll, zu koppeln und hat alsdann sowohl die beiden Kopplungsschwingungen nach erfolgter Kopplung als auch die Eigenwellenlänge des ungekoppelten Systems zu bestimmen und die so erzielten Werte in die obige Formel einzutragen.

Sofern man nicht die Wellenlängen mit dem Wellenmesser bestimmt, sondern die Kapazitäten abliest, ergibt sich:

$$k = \frac{C_2 - C_1}{C_2 + C_1} \cdot 100\% = \frac{1}{2} \frac{C_2 - C_1}{C} \cdot 100\%.$$

P. Feststellung des Indifferenzpunktes.

Der Indifferenzpunkt, welcher im allgemeinen mit dem Strombauch, bzw. Spannungsknotenpunkt identisch ist, kann bei Senderantennen in den meisten Fällen in einfachster Weise festgestellt werden.

Im allgemeinen genügt es hierzu, wenn man mit einem einseitig geerdeten Funkenmikrometer, also einer kleinen Funkenstrecke, deren Abstand genau einregulierbar und auf Bruchteile eines Millimeters exakt ablesbar ist, oder einer luftverdünnten Röhre längs der Antenne, bzw. deren Abstimmitteln entlangfährt, und denjenigen Punkt feststellt, in welchem die geringste

Wirkung im Funkenmikrometer, bzw. in der luftverdünnten Röhre eintritt. Dieser Punkt, welcher meist scharf hervortritt, ist der Indifferenzpunkt.

Wenn es sich darum handelt, bei einer Empfangsantenne den Indifferenzpunkt festzustellen, so kann man entsprechend Abb. 35 *EN* 013 vorgehen.

a sei eine geerdete Empfangsantenne. Diese möge erstens mittels eines mit Unterbrecher arbeitenden, schwach gedämpften Schwebungsstoßsenders *I* erregt werden. Außerdem ist die Antenne mit einem Wellenmesser *II* mit Thermoelement und Galvanometer oder auch mit Detektor und Telephon gekoppelt. Wenn man nun längs der Antenne, bzw. der eingeschalteten Abstimmittel mittels eines geerdeten, möglichst widerstandslosen Leiters *b* entlang fährt und mit den Metallteilen der Antenne oder deren Abstimmitteln Kontakt macht, so wird der Ausschlag des Indikationsinstrumentes des Wellenmessers gegen vorher mehr oder weniger kleiner sein. Nur wenn *b* gerade den

Indifferenzpunkt des gesamten Antennengebildes berührt, wird der Ausschlag des Indikationsinstrumentes am Wellenmesser, bzw. das Geräusch im Telephon dasselbe sein, wie wenn *b* nicht Kontakt macht.

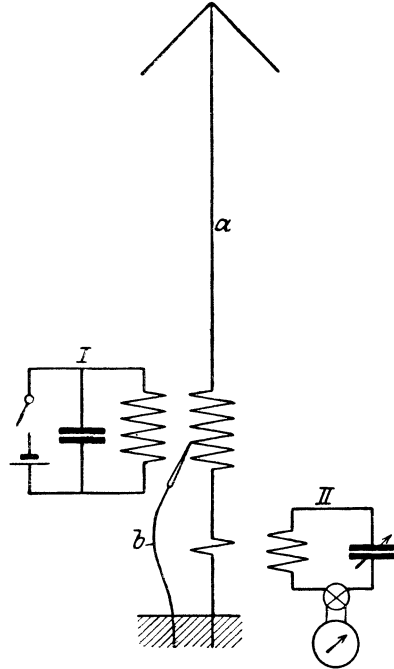


Abb. 35. *EN* 013. Schaltung zur Feststellung des Indifferenzpunktes einer Antenne.

Q. Messung des Antennenwiderstandes.

Zweckmäßig wird ein kleiner funkenerregter Schwingungskreis *ikl* (Abb. 36 *EN* 014), besser natürlich ein kleiner Röhrensenderkreis benutzt. Dieser erregt den Antennenkreis *mn*, in

welchem außer dem Schalter s noch ein Hitzdrahtinstrument u eingeschaltet ist. Zunächst wird der Schalter s in die gezeichnete Lage gebracht und nach Erregung des Schwingungskreises $i k l$ der Ausschlag im Hitzdrahtinstrument beobachtet. Nun wird der Schalter s auf die unteren Kontakte gestellt und ein Ohmscher Widerstand v , welcher mit einem Blockkondensator in Serie geschaltet ist, so lange variiert, bis derselbe Ausschlag im

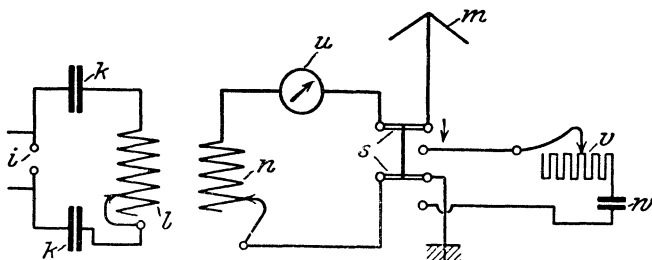


Abb. 36. *EN 014*. Messung des Antennenwiderstandes.

Hitzdrahtinstrument vorhanden ist. Der Antennenwiderstand entspricht alsdann ungefähr dem am Regulierwiderstand v abgelesenen Widerstandsbetrag.

R. Dämpfungsmessung eines Luftleiters.

a) Mittels der Resonanzmethode.

Wenn eine Stoßentladestrecke oder ein Generator für ungedämpfte Schwingungen direkt in die Antenne eingeschaltet sind, kann man den Luftleiter gleichsam als Oszillator ansehen und die Dämpfung direkt nach der Bjerknesschen Formel, wie bei einem geschlossenen Oszillator, bestimmen.

Ist also die Dämpfung der Antenne, einschließlich ihrer Verlängerungs- und Abstimmittel δ_{ges} und ist die Dämpfung des Meßsystems δ_2 bekannt oder auf Grund einer der angegebenen Methoden bestimmt, so folgt die Dämpfung des Luftleiters aus:

$$\delta_{\text{ges}} + \delta_2 = \pi \cdot \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_1}.$$

Um also das gesuchte δ_{ges} festzustellen, muß man die Dämpfung des Meßsystems δ_2 feststellen oder schätzen — meist ist sie ca. 0,02 — und darauf kann man durch Subtraktion aus dem gefundenen Wert direkt δ_{ges} finden.

b) Mittels in die Antenne eingeschalteten Widerstandes.

Erregt man die Antenne mit ungedämpften Schwingungen, entsprechend Abb. 37 *EN* 015, und schaltet in den Indifferenzpunkt der Antenne, d. h. in denjenigen Punkt, in welchem die Spannung der Antenne Null ist, einen selbstinduktions- und kapazitätsfreien

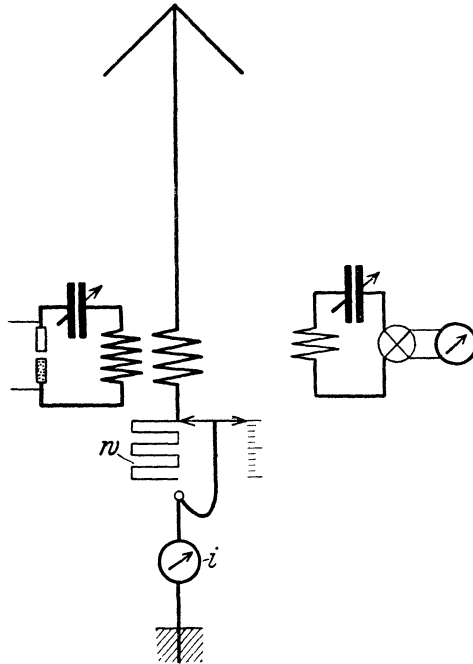


Abb. 37. *EN* 015. Schaltung zur Messung der Dämpfung einer Antenne mittels in der Antenne eingeschalteten Widerstandes.

Widerstand w , welcher geeicht ist, und ein Hitzdrahtinstrument i ein, so wird durch diesen Widerstand die Dämpfung der Antenne vermehrt, entsprechend:

$$\Delta d_{1 \text{ ges.}} = \frac{2}{3} \cdot 10^{-2} \cdot \frac{Cw}{\lambda} = \frac{1}{150} \cdot \frac{C \cdot w}{\lambda}.$$

Hierin ist C die Antennenkapazität.

Es ergibt sich alsdann das Dämpfungsdekrement der Antenne zu

$$d_{\text{ges.}} = \Delta d_{1 \text{ ges.}} \cdot \frac{J_2}{J_1 - J_2}.$$

Hierin bedeutet J_1 die am Hitzdrahtinstrument abgelesene Stromstärke, welche ohne den eingeschalteten Widerstand vorhanden ist, J_2 die Stromstärke, welche bei eingeschaltetem Widerstand vorhanden ist, und wobei

$$J_2 = \frac{J_1}{2} \text{ zu wählen ist.}$$

S. Messung der Empfangslautstärke¹⁾.

a) Mit Kristalldetektor.

Eine Schaltung, die der Amateur häufig auszuführen gezwungen ist, um die Empfangslautstärke festzustellen und sie mit anderen Apparaten zu vergleichen, gibt die Anordnung gemäß Abb. 38

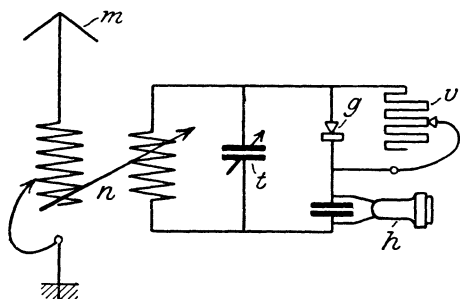


Abb. 38. EN 016. Messung der Empfangslautstärke mit Kristalldetektor.

EN 016 wieder. Die Antenne m arbeitet über ein in variabler Kopplung einstellbares Spulensystem n und unter Benutzung eines Abstimmkondensators t auf den Detektor g und das Telefon h . Parallel zum Detektor ist ein fein ein-

regulierbarer hoher Ohmscher Widerstand v geschaltet. Dieser muß in Ohmwerten geeicht sein. Der Widerstand wird zunächst auf einen möglichst großen Wert eingestellt. Die Empfangsapparatur wird auf den fernen Sender abgestimmt. Der Widerstand v wird so weit verringert, daß die Zeichen im Empfangstelephon eben noch hörbar sind. Der alsdann am geeichten Ohmschen Widerstand abgelesene Widerstandswert ist für die Empfangslautstärke maßgebend. Je kleiner er ist, um so größer ist die Empfangslautstärke.

b) Messung der Empfangslautstärke mit der Röhre.

Soweit die sehr erheblichen physiologischen Einflüsse überhaupt eine Genauigkeit bei dieser Messung zulassen, wird sie

¹⁾ Siehe auch unter I. D. S. 7 ff.

durch die Schaltung gemäß Abb. 39 *EN 017* mit Röhre nur verbessert. Das Verfahren bei der Messung ist im übrigen genau das

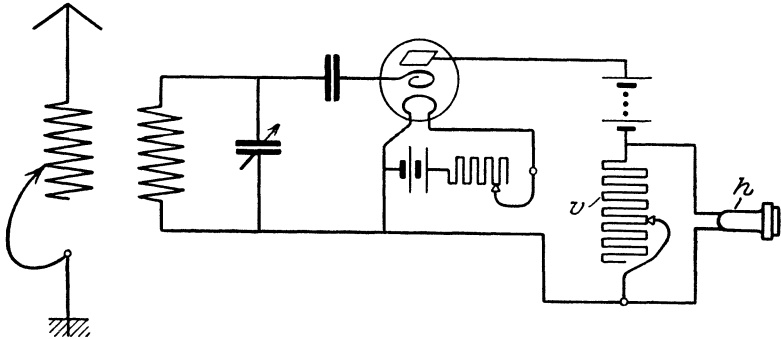


Abb. 39. *EN 017*. Messung der Empfangslautstärke mit Röhre.

gleiche wie oben. v wird im Anfang auf einen sehr großen Wert eingestellt und immer mehr verkleinert, bis das Geräusch im Telefon h gerade noch vernehmbar ist.

T. Messungen an Röhren und Röhrenkreisen.

a) Anordnung für die Messung des Vakuums einer Röhre.

Um nicht nur festzustellen, daß die Röhre mit reiner Elektronenemission unter Ausschluß einer wesentlichen Gasionisation arbeitet, d. h. also, daß das Vakuum in der Röhre ein genügend hohes ist, sondern um auch qualitativ Röhren gleicher Type miteinander hinsichtlich ihres Vakuums vergleichen zu können, dient eine Schaltungsanordnung gemäß Abb. 40 *EN 018*. Hierbei ist an die Gitterelektrode d der Pluspol sowohl einer zwischen Gitterelektrode und Anode geschalteten Batterie g von ca. 20 Volt Spannung als auch der Pluspol einer anderen zwischen Gitterelektrode und geheizter Kathode geschalteten Batterie h von

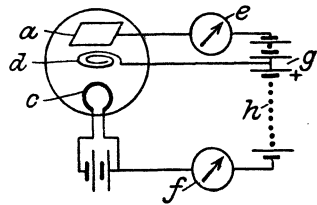


Abb. 40. *EN 018*.
Schaltung zur Messung des Vakuums in einer Röhre.

ca. 100 Volt Spannung gelegt. Es sind ferner ein Milliampere-meter e in die Zuleitung zur Anode und ein Milliampere-meter f in die Zuleitung zur Kathode geschaltet.

b) Messung der Abhängigkeit des Anodenstromes J_F vom Heizstrom J_K in einem Audiodetektorkreis.

Abb. 41 *EN 019* gibt die Schaltung wieder. Man variiert

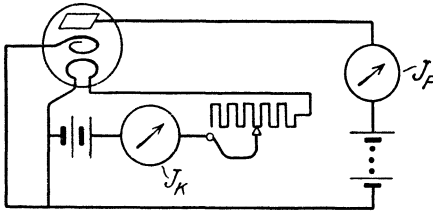


Abb. 41. *EN 019*.

Messung der Abhängigkeit des Anodenstromes J_F vom Heizstrom J_K in einem Audiodetektorkreis.

einmal den Heizstrom J_K und stellt die Abhängigkeitswerte des Anodenstromes J_F fest. Auf diese Weise erhält man die eine Art von Charakteristiken. Darauf wird der Heizstrom J_K konstant gehalten und der Anodenstrom J_F variiert und so die andere Charakteristikerzielt.

c) Messung der Abhängigkeit des Anodenstromes J_F und der Anodenspannung V_F vom Heizstrom J_K in einem Audiodetektorkreis.

Gemäß der Schaltung Abb. 42 *EN 020* ist zur Anodenbatterie ein Voltmeter parallel geschaltet, welches die Spannungsvariation abzulesen gestattet. Auf diese Weise ist es möglich, die Anodenstromcharakteristik der Röhre aufzunehmen.

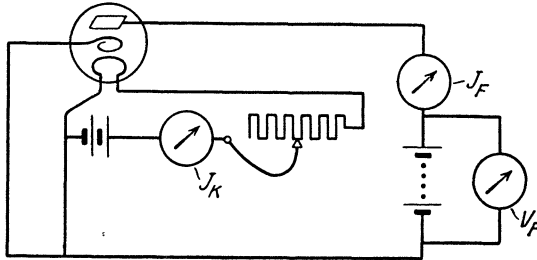


Abb. 42. *EN 020*.

Messung der Abhängigkeit des Anodenstromes J_F und der Anodenspannung V_F vom Heizstrom J_K in einem Audiodetektorkreis.

d) Messung des Einflusses variabler Gitterspannungen.

Zu den vorgenannten Meßinstrumenten ist, entsprechend Abb. 43 *EN 021*, zu der in diesem Falle hinzukommenden Gitterbatterie ein Gittervoltmeter, welches V_G abzulesen gestattet, regelbar parallel geschaltet. Die Anordnung ist ferner so getroffen,

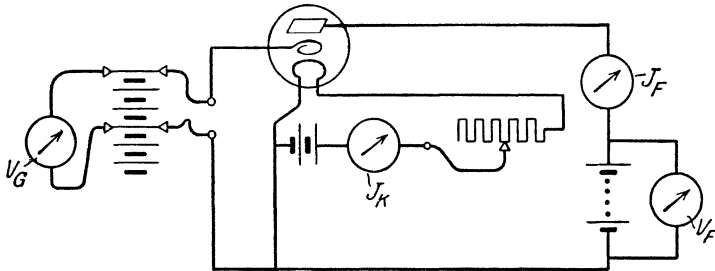


Abb. 43. *EN 021*. Messung des Einflusses variabler Gitterspannungen.

daß auch die dem Gitter der Röhre aufzudrückende Spannung beliebig einregulierbar ist. Auf diese Weise kann die Gitterstromcharakteristik festgestellt werden.

e) Senderröhrenuntersuchung.

Die Senderröhre *adc* ist gemäß Abb. 44 *EN 022* wiederum mittels Stöpseln leicht auswechselbar gestaltet. Die Heizung erfolgt von der Batterie *b* über einen Widerstand *e* und zur Feststellung der Heizstromstärke über ein kleines Amperemeter *f*.

Das Anodenfeld wird aus der Batterie *h* mit parallel geschaltetem Kondensator *g* gespeist. *i* ist ein Voltmeter, *k* ein Milliampereamperemeter.

Die Gitterelektrode *d* ist über ein Milliampereamperemeter *l* an die mit verschiebbaren Kontakten versehene Spule *m* gelegt. *n* ist ein Drehplattenkondensator und bildet mit *m* zusammen den geschlossenen Schwingungskreis. Dieser induziert auf die künstliche Antenne, welche aus den Selbstinduktionsspulen *o* und *p*, dem Schiebewiderstand *r* und einem eingeschalteten Hitzdrahtampereamperemeter *s* besteht.

Für den Vergleich verschiedener Werte miteinander ist selbstverständlich die Kopplung zwischen dem geschlossenen Schwingungskreis und der künstlichen Antenne konstant zu halten.

Auch hier gilt wieder für die Aufnahme das oben Angeführte. Im übrigen sind die speziellen, an die Senderröhre zu stellenden Anforderungen, welche je nach der benutzten Schaltung verschieden sein werden,

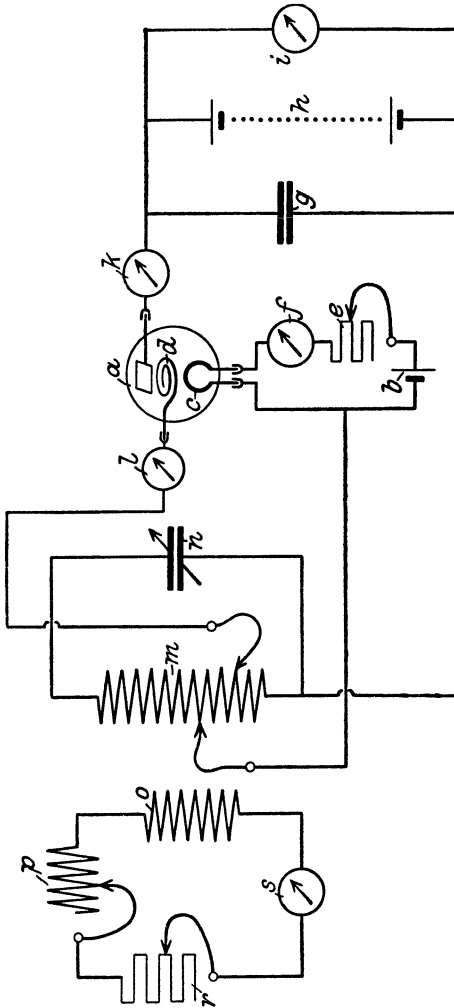


Abb. 44. *EN 022*. Senderröhrenuntersuchung.

maßgebend. Grundsätzlich kann jedoch festgehalten werden, daß man eine bestimmte Röhre als Normalröhre zu verwenden hat, welche mit einer bestimmten genau einzuregulierenden Heiz- und Hilfsfeldenergie eine bestimmte Stromstärke in der künstlichen Antenne s hervorruft, und daß unter sonstiger genauer Konstanthaltung aller Verhältnisse die Normalröhre von Fall zu Fall gegen die zu untersuchende Röhre ausgewechselt wird.

Eine Anordnung, bei welcher die Normalröhre fest eingebaut bleibt und daneben Stöpselkontakte für die jeweilig zu untersuchende Röhre vorgesehen sind, und

wobei mittels eines Schalters die eine oder andere Röhre für die Untersuchung der Röhre eingeschaltet wird, erscheint nicht zweckmäßig, da einmal durch diese Anordnung eine gewisse Un-

symmetrie in die Leitungsführung und damit in die von der Röhre zu erzeugenden Schwingungen hineinkommen kann, und da andererseits derartige Schalter, welche Übergangswiderstände besitzen können, für Meßzwecke nicht vollkommen einwandfrei sein dürften.

Im Hinblick auf die gut ausgebildeten Stöpsleinrichtungen (Schnoorsche Stecker) kann man auf einen derartigen Schaltmechanismus im übrigen verzichten.

f Empfangsröhrenuntersuchung.

Eine hierfür vorteilhaft erscheinende Anordnung gibt Abb. 45 *EN 23* schematisch wieder. Die Buchstabenbezeich-

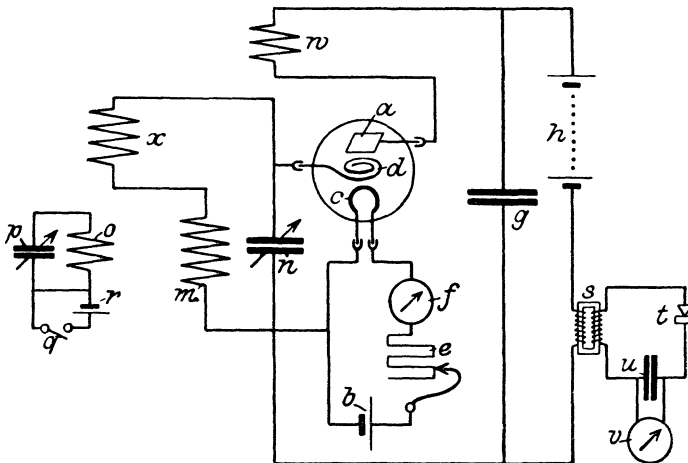


Abb. 45. *EN 023*. Empfangsröhrenuntersuchung.

nung entspricht im wesentlichen der vorhergehenden Abbildung. In das Anodenfeld ist zweckmäßig ein eisengeschlossener Transformator *s* eingeschaltet, an welchem ein Detektor *t* und ein Kondensator *u* sekundär angeschlossen sind. *v* ist ein mit *u* verbundenes Galvanometer. *m w* und *x* sind Selbstinduktionsspulen, welche teils dem geschlossenen Schwingungskreis, teils dem Anodenfeld angehören.

Gemessen wird in diesem Fall der Ausschlag am Galvanometer *v*. Man kann, wenn es nicht auf quantitative Messungen,

sondern vielmehr auf subjektive Feststellungen ankommt, die Kombinationen $t u v$ durch ein Telefon ersetzen.

Erregt wird das Empfangssystem durch einen in Senderschaltung befindlichen Wellenmesser, wobei der geschlossene Senderschwingungskreis $p o$ durch eine Stromquelle r nebst Unterbrecher q gespeist wird.

Auch hier gilt bezüglich der Auswechslung der zu untersuchenden Röhre $a d c$ und Ersatz derselben durch eine Normalempfangsröhre das oben Ausgeführte.

U. Prüfung des Sekundärkreises eines Empfängers auf Lautstärke mit ungedämpften oder gedämpften Schwingungen.

Man kann theoretisch zeigen, daß die größte Nutzenergie im Sekundärkreis erzielt wird, wenn man die Dimensionen so wählt, daß man erhält

$$A_{\text{unged.}} \simeq \frac{E_2^2}{4 w_e}.$$

Für den sich im Sekundärkreis ausbildenden Strom J_3 erhält man alsdann den Maximalwert bei

$$J_{3 \text{ max}} = \frac{E_2}{2 \sqrt{w_e \cdot w_3}}.$$

Bildet man das Vergleichsverhältnis zwischen dem in der Antenne sich ausbildenden Maximalstrom $J_{2 \text{ max}}$ zu dem im Sekundärkreis entstehenden Maximalstrom, so erhält man den Ausdruck

$$\frac{J_{2 \text{ max}}}{J_{3 \text{ max}}} = \frac{2 \sqrt{w_e \cdot w_3}}{E_2} \cdot \frac{E_2}{w_e} = 2 \sqrt{\frac{w_3}{w_e}}.$$

Dieser Ausdruck besagt, daß nur dann durch die Verwendung des Sekundärkreises ein Vorteil hinsichtlich der Empfangslautstärke erzielt wird, wenn der Widerstand des Sekundärkreises w_3 wenigstens den vierten Teil des Widerstandsbeitrages der Antenne w_e ausmacht. Als dann erst ist der im Sekundärkreis zu erzielende Maximalstrom gleich dem im Primärkreis ohne weiteres zu erzielenden Maximalstrom.

Diese Erkenntnis kann ohne weiteres für die Prüfung des Sekundärkreises benutzt werden, indem man z. B. unter Ver-

wendung der Parallellohmethode die Lautstärke im Sekundärkreis mit derjenigen der Antenne vergleicht und feststellt, wann in beiden Fällen Stromgleichheit eintritt. Erst dann ist der Widerstand des Sekundärkreises viermal so klein als der der Antenne.

V. Prüfung von Detektoren.

In der Praxis wird häufig die Aufgabe gestellt, Detektoren, insbesondere Thermodetektoren durchzuprüfen. Wenn man an sich hierzu beispielsweise einen Wellenmesser als Sender benutzen und den zu prüfenden Detektor in einen aperiodischen Kreis

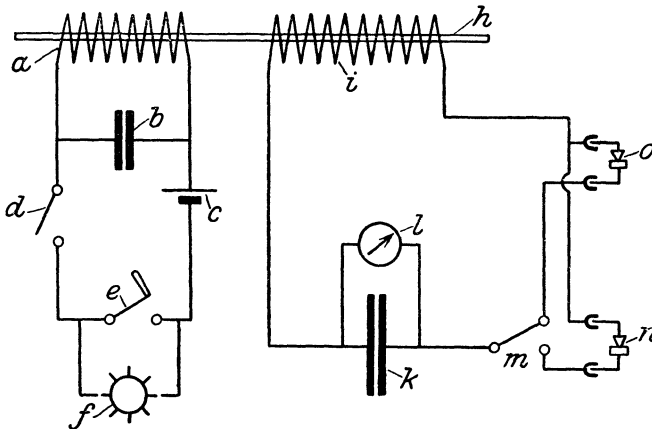


Abb. 46. *EN 024*. Anordnung zur Prüfung von Detektoren.

einschalten könnte, so würde doch eine derartige Einrichtung einmal den Nachteil eines verhältnismäßig umfangreichen Aufbaues besitzen, und andererseits würde der Vergleich, welcher akustisch durchgeführt werden muß, nicht einwandfrei sein, da der Detektor gegen einen Normaldetektor zum Vergleich ausgetauscht werden müßte und außerdem im allgemeinen der Abstand der Kopplung zwischen dem aperiodischen Detektorkreis und dem Wellenmesser nicht genügend konstant gehalten werden kann.

Zur Detektorprüfung bedient man sich zweckmäßig einer Anordnung gemäß Abb. 46 *EN 024*.

Dieselbe besteht aus einer Sender- und einer Empfangsanordnung. Der Sender wird gebildet aus einer Spule a und einem festen Glimmerkondensator b , welche den geschlossenen Schwingungskreis darstellen. c ist ein Element, d ein Summer, dessen Eigenfrequenz, möglichst über 100 Perioden, zweckmäßig im akustischen Bereich liegt. e ist ein Taster und f ein Uhrwerksschalter, welcher an Stelle des Tasters e eingeschaltet werden kann.

Zweckmäßig wird die Anordnung so getroffen, daß die Spule a , welche beispielsweise in Form einer Flachspule hergestellt sein kann, in ihrer Mitte ein Loch besitzt, durch welches eine aus Isoliermaterial hergestellte Stange h gesteckt ist. Auf dieser ist gleichfalls verschiebbar die Spule des Empfangskreises i angeordnet. Der gegenseitige Abstand der Spulen voneinander wird zweckmäßig mittels einer Skala, die auf die Stange h eingraviert ist, bestimmt. k ist ein Glimmerblockkondensator, l ein Galvanometer oder Telephon, m ein Schalter, welcher es erlaubt, entweder mit dem Empfangskreis den Normaldetektor n , oder den zu prüfenden Detektor o einzuschalten. Der zu prüfende Detektor wird so lange reguliert, bzw. so lange abgeändert, bis er dieselbe oder ähnliche Lautstärke besitzt wie der Normaldetektor n .

Selbstverständlich liegt dieser Methode eine gewisse Willkürlichkeit zugrunde, da der Normaldetektor sich gleichfalls mit der Zeit verstellen oder unempfindlich werden kann. Außerdem ist den tatsächlich bei drahtlosen Empfangsstationen vorhandenen Schwingungen nur bis zu einem gewissen Grade Rechnung getragen, insbesondere da leicht auch die Niederfrequenzschwingungen des Summers auf den zu prüfenden Detektor einen Einfluß ausüben und bezüglich seiner Empfindlichkeit ein falsches Bild ergeben könnten. Im übrigen ist natürlich die Messung mit Galvanometer einer solchen mit Telephon vorzuziehen, da durch letzteres sehr große subjektive Fehler das Meßresultat fälschen können.

W. Prüfung von Summern und Telephonen.

Die nachstehende Schaltung (Abb. 47 *EN* 025) besitzt den Vorteil, daß es mit ihr in einfacher Weise möglich ist, entweder Summer oder Telephon zu prüfen.

a ist eine Selbstinduktionsspule, b ein Glimmerblockkondensator, c eine Stromquelle, d ein stationärer Summer (Normal-

summer). Mittels eines Schalters *e* kann entweder dieser Summer oder ein zu prüfender Summer *f* an den Sendekreis *a b* angeschaltet werden. Der Empfangskreis besteht aus der Spule *h*, dem Kondensator *i* und einem doppelpoligen Schalter *k*. Dieser erlaubt entweder den Empfangskreis auf das Normaltelefon *l*, oder auf das zu prüfende Telefon *m* zu stellen.

Wenn eine Summerprüfung erfolgen soll, schaltet man den Schalter *k* auf Empfang mit Normaltelefon *l* und reguliert den zu prüfenden Summer *f* so lange, bis im Telefon *l* ein Ton gleicher Lautstärke und gleichen Charakters wie der des Normalsummers *d* auftritt.

Handelt es sich um eine Telefonprüfung, so wird nur der Normalsummer *d* im Sendekreis benutzt, und der Schalter *k* wird entweder auf das Normaltelefon *l* oder auf das zu prüfende Telefon *m* umgestellt. Gleichheit der Tonstärke und Art ist auch hier wieder das Prüfungskriterium.

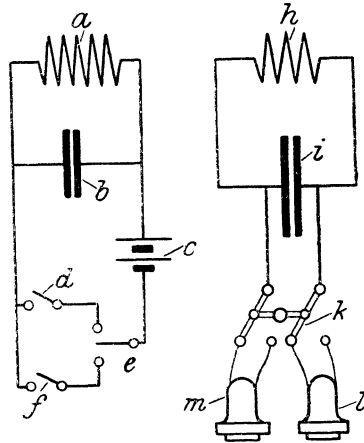


Abb. 47. EN 025. Prüfschaltungsanordnung für Summer und Telefon.

X. Prüfung der Leitfähigkeit der Einzeldrähte einer Litze.

Eine tatsächliche Überlegenheit von Litzendrähten gegenüber massiven Drähten bei Hochfrequenz in bestimmten Wellenbereichen kann nur erzielt werden, wenn alle Einzeldrähte auf der vollen Länge des Leiters durchgeführt und wenn diese sämtlich angeschlossen sind. Zu diesem Zweck ist es notwendig, eine Prüfung der Leitfähigkeit vorzunehmen, zu welcher die in Abb. 48 EN 026 dargestellte Einrichtung dienen kann. *a* ist der zu einer Rolle aufgewickelte Litzleiter. Das eine Ende dieses Leiters wird sorgfältig abisoliert, was durch vorsichtiges Erhitzen bis zu Rotglut, durch Eintauchen in Spiritus und durch sorgfältiges Abbürsten der Isolationsschicht mittels einer kleinen

Stahldrahtbürste geschieht. Darauf werden die Drähte zusammen-

gedreht und verlötet. *b* ist das abisolierte und verlötete Ende,

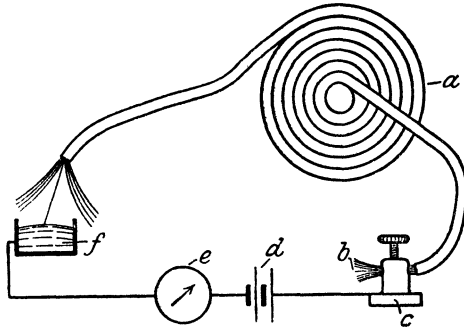


Abb. 48. *EN 026*. Prüfung der Leitfähigkeit der Einzelleiter einer Litze.

welches in eine Klemme *c* eingeklemmt ist.

d ist eine Spannungs-

quelle, *e* ein Meßinstru-

ment oder Telephon, *f*

ein kleiner, mit Queck-

silber gefüllter Be-

hälter. Nunmehr wird

jeder Einzeldraht der

Rolle *a* nacheinander

in *f* eingetaucht und

geprüft, ob Leitfähig-

keit vorhanden ist.

Kundfunk Geräte

**Empfangs-Apparate
Hoch- und Nieder-
frequenzverstärker
Laut-Fernsprecher
Anodenbatterien
Antennen-Anlagen**

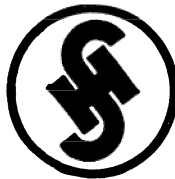
*

BAULIZENZ-TELEFUNKEN

*

Zum Errichten und Inbetriebnehmen einer
Funkanlage ist die Genehmigung der zu-
ständigen Reichspostbehörde erforderlich.

Verlangen Sie unsere Druckschriften



SIEMENS & HALSKE A.-G.
WERNERWERK, SIEMENSSTADT B. BERLIN

Technische Büros in:

Berlin, Breslau, Cassel, Chemnitz, Dresden, Essen, Frankfurt a. M., Gleiwitz O.-S.,
Hamburg, Hannover, Karlsruhe, Köln, Königsberg Pr., Leipzig, Magdeburg, Mannheim,
München, Nürnberg, Saarbrücken, Stettin, Stuttgart

*Die Errichtung und der Betrieb von Funksende- und Funkempfangseinrichtungen in Deutschland
sind ohne Genehmigung der Reichstelegraphenverwaltung verboten und strafbar.*

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Bibliothek des Radio-Amateurs

Herausgegeben von

Dr. Eugen Nesper

Fertig liegen vor:

2. Band: **Die physikalischen Grundlagen der Radio-technik** mit besonderer Berücksichtigung der Empfangseinrichtungen. Von **Dr. Wilhelm Spreen**. Mit 111 Textabbildungen. (VI u. 137 S.) 1924. 2.10 Goldmark / 0.50 Dollar
3. Band: **Schaltungsbuch für Radio-Amateure**. Von **Karl Treyse**. Mit 140 Textabbildungen. (IX u. 49 S.) 1924. 1.50 Goldmark / 0.40 Dollar
4. Band: **Die Röhre und ihre Anwendung**. Von **Hellmuth C. Riepka**, Schriftführer des Deutschen Radio-Clubs. Mit 100 Textabbildungen. (VII u. 76 S.) 1924. 1.50 Goldmark / 0.40 Dollar
5. Band: **Der Hochfrequenz-Verstärker**. Ein Leitfaden für Radio-Techniker. Von **Max Baumgart**, Ingenieur. Mit 27 Textabbildungen. (VIII u. 32 S.) 1924. 0.75 Goldmark / 0.20 Dollar

Ferner werden folgen:

Formeln und Tabellen. Von **Dr. Wilhelm Spreen**.

Stromquellen. Von **Dr. Wilhelm Spreen**.

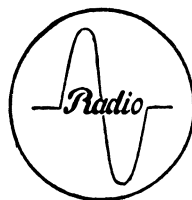
Die Telephoniesender. Von **Dr. P. Lertes**.

Innenantenne (Zimmer- und Rahmenantenne). Von **Hellmuth C. Riepka**.

Unterricht im Morsen. Von **J. Albrecht**.

Der Niederfrequenz-Verstärker. Von **O. Kappelmayer**.

Die Errichtung und der Betrieb von Funksende- und Funkempfangseinrichtungen in Deutschland sind ohne Genehmigung der Reichstelegraphenverwaltung verboten und strafbar.



Spezialfabrik für Radio-Apparate



Radiofrequenz G.m.
b. H.
Berlin-Friedenau / Niedstr. 5
Telefon: Rheingau Nr. 8046 / 8047 / 8066
Telegramm-Adresse: „Variometer, Berlin“



**Detektoren / Dreh-Konden-
satoren / Lautsprecher so-
wie sämtliche Zubehörteile**

DER RADIO-AMATEUR

ZEITSCHRIFT FÜR FREUNDE
DER DRAHTLOSEN TELEPHONIE UND TELEGRAPHIE
ORGAN DES DEUTSCHEN RADIO-CLUBS

Unter ständiger Mitarbeit von
Dr. Walter BURSTYN-Berlin, Dr. Peter LERTES-Frankfurt a. Main,
Dr. Siegmund LOEWE-Berlin und Dr. Georg SEIBT-Berlin u. a. m.
HERAUSGEGEBEN VON DR. E. NESPER-BERLIN

Bisher sind erschienen:

I. Jahrgang (1923) Heft 1—5
II. Jahrgang (1924) Heft 1—6

Erscheinungsweise: Ab 1. April 1924 vierzehntägig, Mittwochs,
im Umfange von je 20—24 Seiten. Jährlich 26 Hefte.

Bezugspreis: Für das Inland pro Monat Mai 1924 0,80 Gold-
mark, Einzelheft 0,40 Goldmark. Für das Ausland viertel-
jährlich 0,65 Dollar, bezw. den Gegenwert des Dollars in
der betreffenden Landeswährung, bei Kreuzbandübersendung
zuzüglich Versandauslagen von 0,25 Dollar.

(Die Auslieferung erfolgt vom Verlag Julius Springer in Berlin W 9)

Der „Radio-Amateur“, dessen 7. Heft (Februarheft des 2. Jahrgangs) in 50000 Exemplaren an feste Abonnenten und im Einzelverkauf Absatz findet, ist die erste und immer noch die einzige Zeitschrift, die das Gesamtgebiet der drahtlosen Telephonie und Telegraphie für Amateure ernsthaft und belehrend behandelt. Im bewußten Gegensatz zu den schnell aufgeschossenen reinen Unterhaltungs- oder Programm-Zeitschriften bringt der „Radio-Amateur“ in jedem Heft von anerkannten Spezialisten geschriebene Aufsätze, die den Anfänger in das vielseitige und nicht immer einfache Gebiet der drahtlosen Telephonie und Telegraphie einführen. Der „Radio-Amateur“ wird von Dr. Eugen Nesper herausgegeben, einem Fachmann, der an der Entwicklung dieses Gebietes seit über 20 Jahren tätig mitgearbeitet hat. Was an bemerkenswerten Neuerungen auf technischem Gebiet oder wissenschaftlichen Entdeckungen in der ganzen Welt vor sich geht, bringt der „Radio-Amateur“ seinen Lesern in kürzester Frist. Der „Radio-Amateur“ ist die Zeitschrift, die sich der Liebhaber, der Student, der höhere Schüler, der Techniker und der technisch interessierte Laie halten muß, wenn er in dieses interessante Fachgebiet eindringen und mehr sein will, als nur der von der Reichspostverwaltung mit einer Lizenz versehene Rundfunkabonnent, der wohl Musik und Nachrichten hört, dem aber die fachwissenschaftlichen Zusammenhänge immer ein Rätsel bleiben.

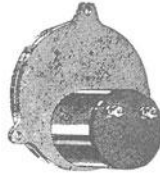
Verlag von Julius Springer und M. Krayn, Berlin



Hartmann & Braun A-G
Frankfurt a. M. R 11



Elektrische Meßgeräte für Rundfunk-Einrichtungen



Kleine Weicheisen- und Drehpul-Meßgeräte

für Anoden-Heizkathoden- und
Gitter-Spannungs-Messungen

Hitzdraht- und Hitzband-Meßgeräte

für Hochfrequenz

Zungenfrequenzmesser für Hochfrequenz

Normal-Induktionen und Kapazitäten

Induktions- und Kapazitäts-Meßbrücken

*

Man verlange:
Preisblatt K 1b und 33 1b



Die Errichtung und der Betrieb von Funksende- und Funkempfangseinrichtungen in Deutschland sind ohne Genehmigung der Reichstelegraphenverwaltung verboten und strafbar.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Der Radio-Amateur

„Broadcasting“

Ein Lehr- und Hilfsbuch für die Radio-Amateure
aller Länder

Von

Dr. Eugen Nesper

Vierte Auflage

Mit 377 Abbildungen. (XIX und 371 Seiten.) 1924

Gebunden 10 Goldmark / Gebunden 2.75 Dollar

Technisches Denken und Schaffen

Eine gemeinverständliche Einführung in die Technik

Von

Professor G. v. Hanffstengel

Dipl.-Ing., Charlottenburg

Dritte, durchgesehene Auflage

Mit 153 Textabbildungen. (XI und 212 Seiten.) 1922

Gebunden 4 Goldmark / Gebunden 0.95 Dollar

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Radio-Schnelltelegraphie. Von Dr. **Eugen Nesper.** Mit 108 Abbildungen. (XII u. 120 S.) 1922. 4.50 Goldmark / 1.10 Dollar

Radiotelegraphisches Praktikum. Von Dr.-Ing. **H. Rein.**
Dritte, umgearbeitete und vermehrte Auflage (Berichtigter Neudruck) von Professor Dr. **K. Wirtz,** Darmstadt. Mit 432 Textabbildungen und 7 Tafeln. (XVIII u. 559 S.) 1922.
Gebunden 20 Goldmark / Gebunden 4.80 Dollar

Hochfrequenzmeßtechnik. Ihre wissenschaftlichen und praktischen Grundlagen. Von Dr.-Ing. **August Hund,** beratender Ingenieur. Mit 150 Textabbildungen. (XIV u. 326 S.) 1922.
Gebunden 11 Goldmark / Gebunden 2.65 Dollar

Die Nebenstellentechnik. Von **Hans B. Willers,** Oberingenieur und Prokurist der Aktiengesellschaft Mix & Genest, Berlin-Schöneberg. Mit 137 Textabbildungen. (VI u. 172 S.) 1920.
Gebunden 7 Goldmark / Gebunden 1.70 Dollar

Telephon- und Signal-Anlagen. Ein praktischer Leitfaden für die Errichtung elektrischer Fernmelde-(Schwachstrom-)Anlagen. Herausgegeben von **Carl Beckmann,** Oberingenieur der Aktiengesellschaft Mix & Genest, Telephon- und Telegraphenwerke, Berlin-Schöneberg. Bearbeitet nach den Leitsätzen für die Errichtung elektrischer Fernmelde-(Schwachstrom-)Anlagen der Kommission des Verbandes deutscher Elektrotechniker und des Verbandes elektrotechnischer Installationsfirmen in Deutschland. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 418 Abbildungen und Schaltungen und einer Zusammenstellung der gesetzlichen Bestimmungen für Fernmeldeanlagen. (IX u. 325 S.) 1923. Gebunden 7.50 Goldmark / Gebunden 1.80 Dollar

Kurzes Lehrbuch der Elektrotechnik. Von Prof. Dr. **Adolf Thomälen,** Karlsruhe. Neunte, verbesserte Auflage. Mit 555 Textbildern. (VIII u. 396 S.) 1922.
Gebunden 9 Goldmark / Gebunden 2.15 Dollar

Die Errichtung und der Betrieb von Funksende- und Funkempfangseinrichtungen in Deutschland sind ohne Genehmigung der Reichstelegraphenverwaltung verboten und strafbar.

Präzisionswerkstätten Dr. Walter Lissauer

Unser

Wellenmesser

ist für jeden Radioamateur unentbehrlich. Sie bestimmen mit seiner Hilfe sofort die Sendestation der zufällig aufgefangenen Wellen und können sich auf jede Station, die Sie suchen, zuverlässig einstellen.

Lissauers Wellenmesser

ist ein Präzisionsinstrument, hat kleinsten Raumbedarf, braucht keine eigene Batterie, umfaßt den Wellenbereich von 200—3000 m

*

Empfangsgerät

für den zugelassenen Wellenbereich des deutschen Rundfunks u. für höhere Wellenlängen.

Einheitsgerät u. Einzelteile

für Inhaber von Experimentierlizenzen.

Laboratoriumsgerät

*

Alle unsere Fabrikate sind nach den Prinzipien des wissenschaftlichen Apparate- und Instrumentebaues hergestellt. Katalog wird gern übersandt

*

Präzisionswerkstätten Dr. Walter Lissauer
Altona-Bahrenfeld