

# CQ - MB

MITTEILUNGEN DES  
DEUTSCHEN AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGS-DIENSTES <sup>e.</sup>v.  
**DASD e.v.**

*Sonderheft*

## *Frequenzmesser*



August 1935

Sonderausgabe des FUNK

Heft 8

WEIDMANNSCHE BUCHHANDLUNG • BERLIN SW 68



## Und jetzt — Sonderhefte „CQ—MB“

Die immer wachsende Bedeutung der Kurzwellen-Amateurbewegung auch in Deutschland und der damit verbundene Zuwachs an neuen Mitgliedern ließen es als notwendig erscheinen, über bestimmte, besonders wichtige Teilgebiete der Kurzwellentechnik in sich geschlossen zu berichten. Auf diese Weise ist dem Kurzwellenamateurer eine umfassende Information über die bei der Beschäftigung mit derartigen Teilgebieten auftretenden Fragen möglich. Da der Raum von acht Druckseiten, wie er normalerweise für die „CQ“ zur Verfügung steht, für diesen Zweck nicht ausreicht, haben wir uns dazu entschlossen, Sonderhefte der „CQ—MB“ zu schaffen, deren erstes wir hiermit der Öffentlichkeit übergeben.

Wir haben für unser erstes Sonderheft bewußt gerade das Thema „Frequenzmesser“ ausgewählt, weil es die immer wachsende Zahl von Kurzwellenstationen und die

geringe Breite der Amateurverbände notwendig macht, möglichst genaue Frequenzmessungen durchzuführen, wenn die zur Verfügung stehenden Frequenzbänder möglichst voll ausgenutzt werden sollen. Außerdem soll gerade unseren neuen Mitgliedern die Anregung gegeben werden, sich mit einem genauen Frequenzmesser — der Voraussetzung für den Betrieb einer Sendestation — schon frühzeitig zu versehen.

Als Themen für spätere Sonderhefte sind „Empfänger“, „Sender“, „Stromquellen“ vorgesehen. Anregungen zu diesen Themen nehmen wir gern entgegen und werden sie nach Möglichkeit verarbeiten.

Wir geben unseren Sonderheften den Wunsch mit auf den Weg, daß sie den Amateuren bei der Vielheit der zu lösenden Aufgaben helfen und die technische Entwicklung vorwärtstreiben mögen.

Rolf Wigand.

### Sämtliche Einzelteile

die im CQ—MB beschrieben sind, insbesondere zu dem Aufsatz

Die Standardgeräte des DASD Seite 115  
Temperaturkompensierter Frequenzmesser für kurze Wellen Seite 117

halten wir stets am Lager

**WALTER ARLT**  
Radio-Handels G. m. b. H.  
Berlin-Charlottenburg  
Berliner Straße 48

Fordern Sie die ausführliche Materialaufstellung C 8/35  
Riesen-katalog 25 Pf. u. 15 Pf. Porto

**Gegeben:** Kondensator 35/50 cm. Ein Spulenkörper auf 3 cm Durchmesser und Draht von 0,4 mm 2 mal Seide.  
**Gesucht:** Windungszahl, um das 40 m Band zu bestreichen? Frequenzbereich? Selbstinduktion? Länge der Spulen? Windungszahl, wenn der Draht Baumwoll-Isolation hat?

Alle diese Fragen, auch in anderer Kombination, beantwortet der

## Radio-Rechner

(Nach amerikanischen Schutzrechten zusammengestellt von Dipl.-Ing. F. W. B e h n)

ohne mathematische Kenntnisse, nur durch Drehen von Skalen und Ablesen der einzelnen Werte.

Erscheint zur Funkausstellung. Ladenpreis etwa RM 4.—

Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68

### !! Achtung !! OMs!

Benötigen Sie:

#### Transformatoren,

dann wenden Sie sich vertrauensvoll an mich. Durch außergewöhnlich günstigen Einkauf der Einzelteile kann ich meine Trafos äußerst billig abgeben. Da ich nur Qualitätsgeräte herstelle, gebe ich 1 Jahr, für Spezialfertigungen gegen geringen Aufpreis 2 Jahre Garantie.

Verlangen Sie unverbindlich Preislisten!

#### Elektrische Meßgeräte

eigenen oder fremden Fabrikates, dann verlangen Sie unverbindliches Angebot. Meßgeräte für alle Zwecke und in allen Größen.

#### Elektrische Reparaturen aller

Art äußerst billig und gut.

Pankraz Pflaum,

Bamberg, Michaelsberg 11

Das neue

## AKE-Bauprogramm 1935/36

sehen Sie auf der Funkausstellung Halle VIII, Stand 819.

Ultra-Kurzwellen Einzelteile und Baupläne / Oktodensuperhet mit neuen Röhren und 100 % Fadingautomatik. Neuer Oktoden-Batterie-Superhet mit geringem Stromverbrauch / Preiswerte HF-Eisen-Transformatoren zum Aufbau moderner Schaltungen.

### Neue Baumappen:

Radiobausammlung Band 3: Reise-, Auto-Empfänger „Waldvogel“ / Radiobausammlung Band 4: Bastelsport für Jedermann / Radiobausammlung Band 5: Ultra-Kurzwellen-Empfänger und Vorsatzgeräte / Radiobausammlung Band 6: Das neue Jowiphonbuch.

**Dipl.-Ing. A. Cl. Hofmann & Co., G. m. b. H.**  
Berlin-Lichterfelde

... besucht  
**HOGES** STAND 804  
FUNKAUSSTELLUNG



**HOGES** bringt  
neu: MESSGERÄTE!

# STAND 804

## HALLE 8

HOCHOHM G.M.B.H., BERLIN-SCHÖNEBERG



# CQ

## MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGS-DIENSTES e. V.

JAHR 1935

(DASD e. V.)

HEFT 8



HERAUSGEGEBEN VON DER PRESSEABTEILUNG DES DASD e. V.

ANSCHRIFT: BERLIN-DAHLEM, SCHWEINFURTHSTRASSE 78, FERNRUF: G 6 (BREITENBACH) 3850

DIE BEILAGE „CQ“ ERSCHEINT MONATLICH / GESONDERT DURCH DEN DASD e. V. BEZOGEN VIERTELJÄHRLICH 3,— RM

# Grundsätzliches zum Bau von Frequenzmessern

Von  
W. Schramm

Bevor man einen Frequenzmesser zu bauen anfängt, muß man sich klar darüber sein, welche Forderungen man an die Genauigkeit der Messungsergebnisse stellen will oder muß. Wird ein Frequenzmesser zunächst zur Orientierung gebraucht, so braucht seine Genauigkeit nicht so groß zu sein, als wenn er zur Messung direkt bestimmt ist.

Bei Orientierungsgeräten ist es jedoch meist erwünscht, nicht zu viele Bereiche zu haben. Als einfachstes Gerät kommt dafür ein Audion mit Rückkopplung in Betracht, dem nötigenfalls eine Stufe Niederfrequenz zugefügt werden kann. Bei Verwendung eines Drehkondensators von 500 cm Kapazität ist es bei sauberem Aufbau leicht möglich, einen Gesamtbereich von 500 kHz bis 30 MHz mittels vier auswechselbarer Steckspulen zu messen. Hinsichtlich der absoluten Genauigkeit wird man natürlich nicht allzu große Ansprüche an dieses Gerät stellen können. Deshalb ist auch der Einfluß von mechanischen und elektrischen Eigenschaften der Teile bzw. der Schaltung nur von geringem Interesse.

Für die Herstellung von Frequenzmessern mit größerer Genauigkeit ist es notwendig, den Einfluß dieser Faktoren zu kennen, denn nur dann kann man einen Frequenzmesser bauen, bei dem der Einfluß aller Teile aufeinander abgeglichen ist; ein solcher Frequenzmesser stellt dann etwa die billigste Ausführung für die erreichte Genauigkeit dar. Als Beispiel, wie man es nicht machen soll, diene ein Frequenzmesser, der mit einer Noniusskala versehen ist, die z. B. eine Ablesung auf 100 Hz gestattet; da aber nach dem Einschalten die Frequenz noch um 500 Hz im Verlauf von zwei Stunden wandert und auch in einem kalten Raum um 300 Hz anders ist als in einem warmen, ist die Ablesung mittels Nonius ein unnötiger Aufwand. Der abgelesene Wert kann nämlich um 800 Hz von dem wirklichen abweichen; das entspricht bereits fast einem ganzen Skalenteil. Da die Abschätzung der Fünftel noch als sicher anzusehen ist — entsprechend einer Frequenz von 200 Hz — so ist eine gewöhnliche Skala vollständig ausreichend und vor allem billiger! Vorbedingung ist natürlich, daß alle Teile des Frequenzmessers, die die Frequenz beeinflussen können, stabil sind und daß weder Hand- noch Faustempfindlichkeit vorhanden ist.

Von den mechanischen Fehlern sind die der Spulen am leichtesten zu beurteilen. Die Verwendung von Pappe ist nur zum Ausprobieren der passenden Spulengröße gestattet; für Frequenzmesser mittlerer Genauigkeit (0,1 %) genügt gutes Hartpapier als Spulenträger; Bakelit ist ebenfalls gut verwendbar, hat aber meist etwas größere Dämpfung zur Folge, die nur bei größeren Spulen eine Rolle spielt. Die Verwendung von Trolitul o. ä. für diesen Zweck ist nicht

zu empfehlen, da die mechanische Festigkeit nicht ausreichend ist; außerdem wird Trolitul wie auch Trolit schon bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen weich und gibt unter dem Einfluß einer straff gespannten Wicklung nach. Die Verwendung von keramischen Trägern ist nicht unbedingt notwendig. Die Festlegung der Wicklung kann durch entsprechende Löcher geschehen, durch die die Drahtenden gezogen und straff gespannt werden. Diese Methode ist bei stärkeren Drähten und bei keramischen Trägern nicht mehr zulässig, da die Drähte sich nicht mehr einwandfrei straff spannen lassen. Bei mittlerer Genauigkeit genügt es, die Wicklung mit einem guten Lack festzulegen. Lösungen von Zelluloid oder Zellon wie auch Zellemitlack sind möglichst nicht zu verwenden, da diese Lacke nicht sehr verlustarm und auch hygroskopisch sind. Steht kein anderer Lack zur Verfügung, so sind am besten nur die Enden der einzelnen Wicklungen damit festzulegen oder zwei oder drei Streifen längs der Spule zu bestreichen. Als verlustarmer Lack kann eine Lösung von Trolitul in Benzol verwandt werden oder eine käufliche Polystyrol-Lösung (z. B. Perluco Speziallack K 993). Bei sehr starken Drähten oder bei Körpern mit Rippen hat die Festlegung der Wicklung mit Lack keinen Sinn mehr; läßt sich die Wicklung nicht durch Löcher und Straffziehen der Drähte festlegen, so muß man zur Befestigung Schrauben, Lötösen oder ähnliches verwenden. Um die Spulen leicht nachgleichen zu können, läßt man zwischen Befestigungspunkt und Wicklung etwas Raum, um die letzten Windungen nachträglich verschieben zu können. Die Verwendung von Hochfrequenzkernen ist nicht zu empfehlen, da diese die Induktivität noch zu stark mit der Temperatur ändern.

Ein weiterer Gesichtspunkt ist die Größe der Verluste einer Spule. Je kleiner diese sind, um so besser kann der Frequenzmesser in bezug auf die Beeinflussung durch Schwankungen der Betriebsspannungen gemacht werden. Die Dämpfung wird um so kleiner, je größer das Volumen der Spule ist; wegen des Raumbedarfs und der Kosten kann man natürlich nicht übermäßige Dimensionen anwenden. Schließlich beeinflusst auch die Schaltung die notwendige Verlustarmut. Tritt nämlich durch die angeschlossene Röhre bereits eine starke Dämpfung des Kreises ein, so hat es keinen Zweck, diesen noch besser zu machen, da er ja durch die Röhre wieder bedämpft wird. Wiederum ist es zwecklos, die Spule zu verbessern, wenn der Abstimmkondensator (Parallelkondensator) bereits mehr Verluste im Kreis bedingt als die Spule.

Schließlich ist auch die Abhängigkeit der Selbstinduktion von der Temperatur und dem Alter zu berücksichtigen. Die Temperaturabhängigkeit wird im wesentlichen durch die des



Trägers bedingt; Voraussetzung ist dabei, daß die Wicklung immer straff auf den Träger bleibt. Ist der Träger elastischer als der Draht (Hartpapier), so ist der Temperaturkoeffizient im allgemeinen etwas kleiner als der des Trägers. Bei den keramischen Trägern, deren Temperaturkoeffizient normalerweise kleiner ist als der des Kupfers, wird der gesamte Koeffizient größer als der des Trägers; nur wenn die Wicklung auf den Träger aufgebrannt ist, wird er gleich dem des Trägers. Es sei noch erwähnt, daß es

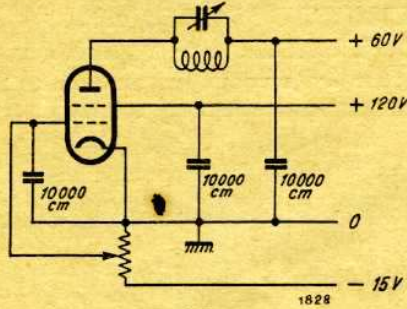


Abb. 1

gelingt, den Temperaturkoeffizienten sehr klein zu machen, wenn man erreichen kann, daß die Länge der Spule in einem bestimmten Verhältnis mehr zunimmt als der Durchmesser. Die Alterung der Spule ist die Folge von Spannungen im Material, die sich im Lauf der Zeit auszugleichen suchen und nach und nach einem Endzustand zustreben; durch Alterung kann die Selbstinduktion sowohl größer wie auch kleiner werden. Künstliche Alterung kann durch einen oft wiederholten Temperaturwechsel von 30–40 Grad weitgehend erreicht werden (mindestens 20mal); sie führt dazu, daß die später noch erfolgenden Änderungen klein bleiben, meist innerhalb der Meßgenauigkeit.

Die Beurteilung der Kondensatoren ist schwieriger, da sie meist nicht ohne Messung ausgeführt werden kann, während man die Spulen oft schon nach Ansehen ziemlich richtig beurteilen kann. Mechanische Fehler, wie Spiel in der Achse bei Drehkondensatoren, sind manchmal schon direkt

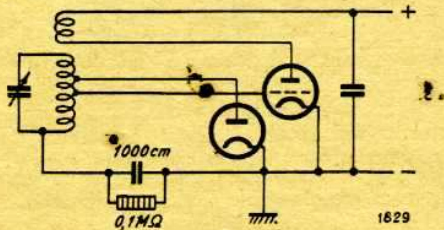


Abb. 2

zu erkennen. Es kommt aber auch vor, daß die Achse anscheinend kein Spiel hat; bei dem fertigen Frequenzmesser stellt man aber dann fest, daß die Eichung davon abhängt, ob der Kondensator im Uhrzeigersinn oder entgegengesetzt gedreht wird; die Achse hat dann meist Luft in den Lagerbuchsen, ist aber stark gepreßt. Beim Drehen rollt sich die Auflagefläche ab und die Achse legt sich dann in der Lagerung entweder auf der einen oder der anderen Seite an und verlagert dadurch den drehbaren Plattenansatz. Dieser Übelstand kann nur durch entsprechende Konstruktion der Lagerung beseitigt werden (Konus oder Kugellager). Ein weiterer möglicher Fehler ist auch schlechter Kontakt in den Lagerstellen; ist keine besondere Stromzuführung vorgesehen, so wird durch den veränderlichen Übergangswiderstand die Dämpfung des Kreises beeinflusst. Dadurch tritt oft eine Verschiebung der Frequenz ein. Ist gleichzeitig noch eine besondere Stromzuführung durch Litze — oder Spiralfeder! — vorgesehen, die gleichsam parallel zur Lagerung geschaltet ist, so ändert sich durch die verschiedene Stromverteilung durch die Änderung des Übergangs-

widerstandes auch die Selbstinduktion der Zuleitung; ist die Selbstinduktion im ganzen Kreis klein, so kann dies bereits eine beträchtliche Verschiebung der Frequenz bedeuten. Die Hauptverluste der Drehkondensatoren liegen in der Isolation des Stators. Kondensatoren mit möglichst wenig Isoliermaterial und möglichst großer Isolationslänge zwischen Stator und Rotor haben auch die kleinsten Verluste; meist sind auch die Verluste klein, wenn die Anfangskapazität klein ist.

Die Temperaturabhängigkeit der Kapazität wird bei Kondensatoren mit festem oder flüssigem Dielektrikum sehr stark durch dessen Eigenschaften bestimmt (Condensa!). Bei Luftkondensatoren ist der Temperaturkoeffizient des Materials das einzige, das die Temperaturabhängigkeit festlegt. Soll nur ein kleiner Bereich (Band) gemessen werden, so kann ein Ausgleich der positiven Temperaturkoeffizienten von Spule und einem Teil der Festkapazität durch Einbau von Kapazität mit negativem Koeffizienten erreicht werden (s. a. die Arbeit von A. Habermann in diesem Heft!).

Alterungserscheinungen treten bei den Kondensatoren ebenso auf wie bei den Spulen; vor der endgültigen Eichung unterwirft man am besten den bereits fertig gestellten Frequenzmesser im ganzen dieser Alterung.

Der Einfluß der Schaltung macht sich vor allem in einer Abhängigkeit der Frequenz von den Betriebsspannungen bemerkbar. Dabei kann die gleiche Schaltung sehr verschiedenes Verhalten zeigen, je nachdem die elektrischen

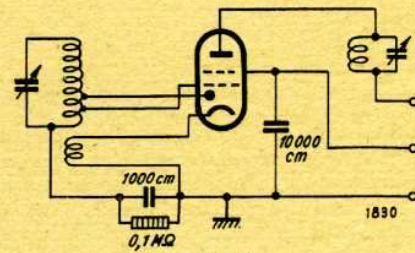


Abb. 3

Werte im einzelnen gewählt sind. Es lassen sich jedoch einige fast stets gültige Richtlinien aufstellen. Ein wesentlicher Punkt ist die Konstanz der Stromverteilung. Ist zum Beispiel bei einer einfachen Rückkopplungsschaltung der Gitterstrom verhältnismäßig hoch, so kann sich bei anderen Spannungen das Verhältnis von Gitter- zu Anodenstrom sehr leicht verschieben; damit ist auch stets eine Verschiebung der erzeugten Frequenz verbunden. Durch Verwendung eines möglichst hohen Gitterableitwiderstandes kann man die Frequenzverschiebung vermindern, darf aber den Widerstand nicht so groß machen, daß der Oszillator „heult“. Durch geringere Rückkopplung läßt sich dies meist vermeiden. Dabei ist es gleichgültig, ob es sich um Ein- oder Mehrgitterröhren handelt; bei Mehrgitterröhren sind die Verhältnisse deshalb schwerer zu übersehen, weil sich der Strom meist auf mehr als zwei Elektroden verteilt. Das Obenstehende gilt auch für Oszillatoren in elektronengekoppelter Schaltung.

Eine gute Lösung stellt zunächst die Dynatronschaltung dar (Abb. 1), bei der man darauf achten muß, daß die Eichung nur richtig ist, wenn man gerade auf den Einsattpunkt der Schwingungen einstellt; die erzeugte Schwingung ist ziemlich arm an Harmonischen. Eine bessere Lösung wäre zu erreichen, wenn man den Gitterstrom bei einer Eingitterröhre auf jeden Fall unterdrücken würde. Dann wäre nämlich die Stromverteilung immer konstant. Das läßt sich dadurch erreichen, daß man die Gittervorspannung so hoch wählt, daß bei der positiven Hochfrequenzamplitude die Gitterspannung noch ausreichend negativ bleibt. Transformiert man die an das Gitter gelegte Hochfrequenz noch etwas hinauf (etwa 1:1,5) und richtet sie durch eine besondere Zweipolröhre gleich, so wird die



abgegebene Gleichspannung auf jeden Fall höher als die hochfrequente Gitterspannung; diese Gleichspannung verwendet man dann als Gittervorspannung. Abb. 2 zeigt eine geeignete Schaltung für eine Dreipolröhre und Abb. 3 für einen elektronengekoppelten Oszillator. Beide Schaltungen haben noch weitere Vorteile: der Wirkungsgrad ist ziemlich hoch, bis zu einer gewissen Grenze beeinflusst eine Belastung die Frequenz nicht trotz schwankenden Anodenstromes, der Anodenstrom ist reich an Harmonischen. Weiterhin ist es leicht, diese beiden Anordnungen für Meßzwecke im Gitter fast leistungslos und linear ohne merkbare Frequenzmodulation zu modulieren.

Macht man den frequenzbestimmenden Kreis möglichst verlustarm und koppelt ihn dafür so lose wie möglich sowohl an Gitter wie auch an Anode der Röhre an, so erreicht man auch dadurch einen kleineren Einfluß der Betriebsspannungen auf die erzeugte Frequenz. Bei nicht zu

hohen Frequenzen kann durch Verwendung sehr verlustarmer, lose gekoppelter Spulen der Fehler, der durch Auswechseln der Röhre entstehen kann, kleiner als die Meßgenauigkeit gemacht werden. Die Frequenz wird dann fast ausschließlich durch den Abstimmkreis festgelegt. Für gute Meßgenauigkeit darf auch die Anodenspannung nicht zu niedrig gewählt werden, da durch die geringe Steilheit mehr Rückkopplung notwendig wird; dadurch wird der Einfluß der Betriebsspannungen stets größer und die Neigung zum Heulen steigt ebenfalls. Heulen bedeutet aber, daß die Amplitude der Hochfrequenz unter ebenfalls sprunghafter Änderung der Frequenz zwischen zwei Werten hin und her pendelt. Dadurch werden nicht nur diese beiden Frequenzen abgestrahlt, sondern auch eine große Anzahl von Seitenbändern, die zu beiden Seiten im Abstand des Frequenzsprunges aufeinander folgen.

Zeichnungen vom Verfasser

## Die Standardgeräte des DASD

Im folgenden wird die Beschreibung einer Reihe von Geräten begonnen, die den augenblicklichen Bedürfnissen entsprechend, von der Technischen Abteilung des DASD aufgebaut und erprobt werden. Es werden hierbei ausschließlich solche Materialien verwendet, deren Beschaffungsmöglichkeit jederzeit durch den DASD nachgewiesen wird.

### Standardgerät Nr. 1

#### Elektronengekoppelter Frequenzmesser mit Batteriespeisung

Der Frequenzmesser ist in elektronengekoppelter Schaltung ausgeführt (Abb. 1). Dadurch ist der Anodenkreis un-

abhängig von den anderen Oszillatoren durch Abhören eines Überlagerungstones im Frequenzmesser vorgenommen werden können. Die Erzeugung des Tones geschieht also auch hier im aperiodischen Anodenkreis, so daß ein Einfluß der zugeführten Frequenz auf die erzeugte nicht möglich ist. Um weiterhin auf dem 3,5 MHz-Band bereits keine Rückwirkung mehr eintreten zu lassen, schwingt der Oszillator auf dem 1,75 MHz-Band. Will man nämlich einen sehr starken Oszillator abhören, so reicht normalerweise die Abschirmung durch ein Metallgehäuse für die direkte Einstrahlung nicht mehr aus, so daß eine Beeinflussung des Oszillatorteiles im Frequenzmesser durch die Wände hindurch erfolgt.

Der Frequenzmesser ist in ein Gehäuse von den Maßen 148×210×214 mm eingebaut (Frontplatte 148×210; DIN A 4); die Batterien zum Betrieb sind eingebaut. Für die Heizung ist ein Kleinakku von 4 V (zwei Taschenlampenakkus) und für die Anodenspannung eine Trockenbatterie von 40 V vorgesehen. Der Heizakku speist gleichzeitig eine Signallampe, die verhindern soll, daß das Ausschalten zu leicht vergessen wird. Um den Stromverbrauch nicht zu sehr zu erhöhen, benutzt man eine Fahrradschlußlampe mit etwa 50 bis 60 mA Stromverbrauch.

Der Aufbau des Frequenzmessers geht aus Abb. 2 hervor. Nach dem Zusammenschrauben der Teile empfiehlt es sich, alle geschraubten Verbindungen mit etwas Lack festzulegen, damit sie sich nicht später wieder lösen können. Der Abstimmkreis besteht aus einem Festkondensator von 80 cm und einem veränderlichen Kondensator von 15 cm Differenzkapazität, d. h. aus einem Drehkondensator mit beispielsweise 5 cm Anfangs- und 20 cm Endkapazität. Ist die Anfangskapazität wesentlich größer, so ist der Festkondensator um den entsprechenden Betrag kleiner zu nehmen. Da Mängel in der Beschaffenheit der Kondensatoren die Genauigkeit des Frequenzmessers sehr herabsetzen können, prüft man die Kondensatoren am besten recht genau vor dem Einbau.

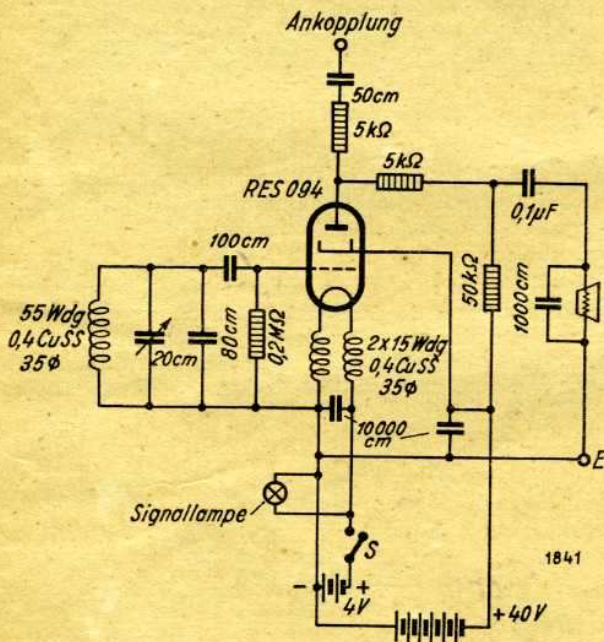


Abb. 1.

abhängig von den die Frequenz bestimmenden Teilen der Schaltung. Da im Anodenkreis ein hoher Widerstand vorgeschaltet ist, wird eine Gleichrichtung der erzeugten Schwingung bedingt; einmal wird dadurch die Ausbildung von Harmonischen begünstigt, so daß bei Messungen am Empfänger die Bänder ohne Spulenwechsel gemessen werden können. Zum ändern wird auch jede von außen zugeführte Hochfrequenz gleichgerichtet, so daß Messungen

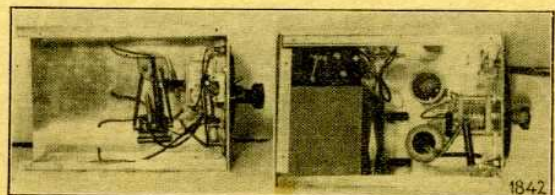


Abb. 2. Batteriefrequenzmesser. Ansicht von oben und von unten







Die Siebung ist hierbei so weit durchgeführt, daß im Kopfhörer der Überlagerungston vollkommen rein erscheint.

Der Aufbau erfolgt unter Verwendung eines 2 mm starken Aluminiumkastens im Format DIN A 5 in der üblichen Zwischenpaneelbauweise (Abb. 4).

Der Netztransformator und die Gleichrichterröhre ist im hinteren Teil des Kastens untergebracht, während im vorderen Teil die Schwingröhre mit Spule und Kondensator ebenso wie bei der Batterieausführung angeordnet ist. Der Unterteil des Panels enthält die sämtlichen Festkonden-



Abb. 6

satoren und Widerstände. Nur der Bandkondensator sowie das Ankopplungsglied zwischen Anode und Ankopplungsbuchse liegen zur Erreichung kürzester Leitungen im oberen Teil.

Bemerkenswert ist die Ausführung des „Kathodenbezugs-punktes“. Sämtliche Minusverbindungen sind gemeinsam an einen Punkt des Chassis zu führen. Es ist deshalb eine

„Sammelschiene“ in Form eines 2 mm starken Drahtes vorgesehen, der in Abb. 4 (rechts) in der Mitte gut erkennbar ist. An diesen Draht, dessen eines Ende mit dem Chassis in Verbindung steht, sind alle Verbindungen zum Minus-Punkt herangeführt.

Die räumliche Anordnung der einzelnen Schaltelemente sowie die Leitungsführung sind aus den Bildern zu erkennen.

Eine zur Heizung parallel gelegte Signallampe zeigt den Betriebszustand an.

### Standardgerät Nr. 3

#### Elektronengekoppelter Frequenzmesser für Gleichstromnetz betrieb

Bei der Speisung aus dem Gleichstromnetz wird als Schwingröhre die RENS 1820 (H 2018 D) benutzt, die über die Widerstände R 1 und R 2 (Abb. 5) aus dem Netz geheizt wird. Bei 110 Volt Netzspannung ist nur R 1 vorgeschaltet. Die Anodenspannung ist in beiden Fällen 110 Volt und wird zwischen R 1 und R 2 abgenommen. R 2 ist für einen Abfall von 110 Volt mit 610 Ohm für eine Belastung von 20 Watt dimensioniert, und R 1, an dem 90 Volt liegen, mit 500 Ohm für 16 Watt. Bei der Unterbringung dieser Widerstände ist zu beachten, daß die abgegebene Wärme sich nicht auf die Abstimmeelemente übertragen kann.

Der Minuspol ist hier ebenso wie in der vorherbeschriebenen Wechselstromnetz-Ausführung mit Hilfe einer Sammelschiene anzuschließen, die zur Isolierung des Gehäuses gegen direkte Berührung eines Netzpols über einen 0,1- $\mu$ F-Kondensator mit dem Chassis verbunden wird. Die Signallampe muß hierbei mit dem Heizkreis in Serie gelegt werden und für einen Stromverbrauch von max. 0,2 Amp. dimensioniert sein.

Die räumliche Anordnung der Teile entspricht im übrigen den vorherbeschriebenen Ausführungen.

Die Außenansicht ist für die drei beschriebenen Frequenzmesser die gleiche (Abb. 6).

E. Graff

Zeichnungen und Aufnahmen vom DASD

## Temperaturkompensierter Frequenzmesser für kurze Wellen

Von  
Dipl.-Ing. A. Habermann

Im Anschluß an den Aufsatz „Wellenmesser und ihre Genauigkeit im Bereiche kurzer Wellen“<sup>1)</sup>, der aus Gründen der Übersicht nur allgemein gehalten war, sei auf viele Anfragen hin im folgenden eine ausführliche Bauanleitung für einen genauen Wellenmesser gegeben. Es handelt sich um einen Interferenzwellenmesser mit zwei Röhren, der mittels Oberwellen das ganze Gebiet der Kurzwellen zu messen gestattet.

Abbildung 1 zeigt die dem Gerät zugrunde liegende Schaltung, worin  $V_1$  die Röhre des durch induktive Rückkopplung erregten Senders,  $V_2$  die Röhre einer transformatorisch angekoppelten Niederfrequenzverstärkerstufe ist. Als Stromquellen zu dem Gerät sind Anodenbatterie und Akkumulator vorgesehen, die bei einem derartigen Gerät immer noch ihre Berechtigung haben und wohl bei jedem ernsthaften Amateur zum eisernen Bestand gehören dürften. Bei Beachtung aller nötigen Vorsichtsmaßregeln (Anwendung der Stabilisierung) steht allerdings auch einem Betrieb aus dem Wechsel- oder Gleichstromnetz nichts im Wege. Der grundsätzliche Aufbau des Hochfrequenzteiles bleibt hierbei ja derselbe, es ändert sich nur die Stromversorgungsanlage und die Röhrenbestückung.

Bei der gewählten Ausführung des Wellenmessers ist besonders vorteilhaft die geringe Empfindlichkeit gegen Spannungsschwankungen seiner Stromquellen (Abb. 2). Es genügt, wenn die Anodenspannung auf 10 % und die Heizspannung auf 5 % konstant gehalten wird. Diese Bedingung ist unter normalen Betriebsverhältnissen ohne beson-

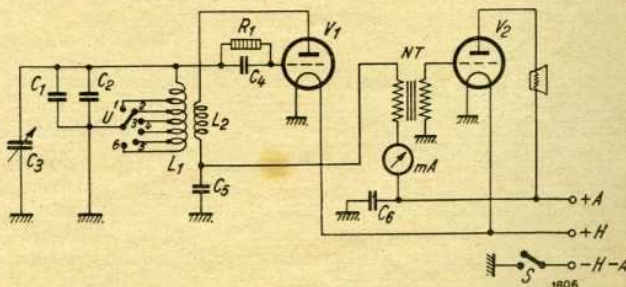


Abb. 1. Schaltung des Wellenmessers

dere Vorsichtsmaßregeln einzuhalten. Auch die Einschaltkonstanz ist ausgezeichnet (Abb. 3); bei genauen Messungen und vor allem bei der Eichung ist es allerdings empfeh-

<sup>1)</sup> Siehe CQ 1934, Heft 10, Seite 697.



lenswert, das Gerät vorher erst einige Minuten einlaufen zu lassen. Bei einwandfreier Ausführung beträgt die erreichbare Genauigkeit etwa  $\pm 0,05\%$  absolut.

Die Frequenzkonstanz eines derartigen Wellenmessers ist, wie in dem eingangs erwähnten Aufsatz ausführlich behandelt wurde, von Einflüssen verschiedenster Art abhängig. Um eine möglichst weitgehende Unveränderlichkeit zu erreichen, ist erste Grundbedingung stabiler mechanischer Auf-

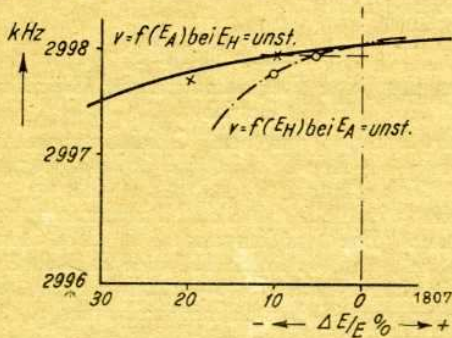


Abb. 2. Heiz- und Anodenspannungsabhängigkeit. Frequenzänderung bei 10% Anodenspannungsschwankung entspricht einer gleich großen bei 5% Heizspannungsschwankung

bau und Verwendung einwandfreier Einzelteile. Es geht nicht an, Meßgeräte in wacklige Kästchen einzubauen, bei denen durch unsanfte Berührung oder leichten Druck die Eichung sich um ganze Prozente verschiebt. Die Erzielung einer hohen Genauigkeit hat nur dann Sinn und Zweck, wenn sie auch gehalten werden kann. Hier wurde deshalb ein Aluminiumkasten aus 2 mm starkem Material verwendet; nur die Rückwand ist zum Erreichen einer guten Kopplung aus Isolierstoff.

Die Temperaturabhängigkeit derartiger Wellenmesser liegt in der Größenordnung von  $\pm 2 \cdot 10^{-4}$ . Wie Dr. Rohde beschrieb<sup>2)</sup>, haben wir heute die Möglichkeit zur Kompensation dieser Abhängigkeit, die deshalb im vorliegenden Gerät durchgeführt wurde. Wir erkennen dabei, daß die Be-

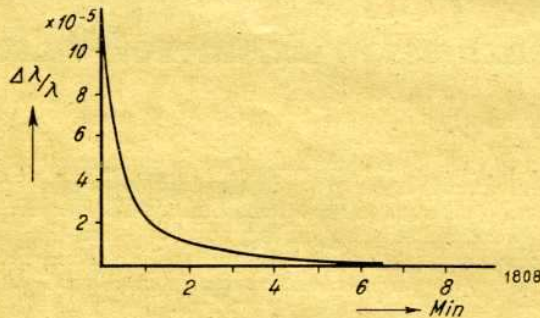


Abb. 3. Einschaltkonstanz des Wellenmessers

rechnung gar keine große Schwierigkeit bereitet, zumal ja die Kompensationskapazität zur Erreichung der Bereichsbänder an sich nötig ist und nun nur aus Calit und Condensa im entsprechenden Verhältnis zusammengesetzt zu werden braucht.

Die Bestimmung dieser Kapazität muß unter Beachtung folgender Gesichtspunkte vorgenommen werden<sup>3)</sup>: Der Bereich des Wellenmessers ist, wie anfangs besprochen, 40 bis 120 m, verhält sich also wie 1 : 3 und ist in 6 Stufen eingeteilt, die sich nur wenig überlappen sollen. Innerhalb der

<sup>2)</sup> Siehe CQ 1934, Heft 11, Seite 833. Originalveröffentlichung: L. Rohde, Zeitschr. f. techn. Physik 11/1934, S. 613-617.

<sup>3)</sup> L. Rohde u. H. Schwarz. Hochfrequenztechnik u. Elektroakustik 40/4 1932, S. 117.

einzelnen Bereiche soll die prozentuale Wellenlängenänderung gleichgroß bleiben. Ist  $\lambda_a$  die Anfangswelle,  $p'$  der gesuchte prozentuale Zuwachs jeder Stufe und  $p = p'/100$ , dann geht der erste Teilbereich von

$$\lambda \rightarrow \lambda (1 + p)$$

und der zweite von

$$\lambda (1 + p) \rightarrow \lambda (1 + p)^2$$

und so fort.

Soll der  $n$ -te Bereich mit  $z \cdot \lambda$  abschließen:

$$(1 + p)^n = z$$

wird das prozentuale Variationsverhältnis jeder Stufe:

$$p' = \sqrt[n]{z} - 1$$

In unserem Fall also für  $z = 3$ ,  $n = 6$

$$p' = \sqrt[6]{3} - 1 = 0,145; p = 14,5\%$$

Damit nun der Wellenbereich von Anfang bis Endstellung des Kondensators eine solche Stufe umfaßt, ist zum gegebenen Drehkondensator eine feste Kapazität hinzuschalten. Außerdem sollen sich aber die Bereiche noch um  $q\%$  überlappen. Ist deshalb  $C_v$  die Kapazitätsänderung des Drehkondensators und  $C_x$  die zuzuschaltende gesuchte Kapazität, so gilt bei bekannter Anfangswelle

$$\lambda_a = 2\pi \sqrt{L(C_a + C_x)}$$

für die Endstellung

$$\lambda_e = \lambda_a (1 + p) (1 + q/100)$$

und dann

$$C_x = \frac{C_v}{\left(\frac{\lambda_e}{\lambda_a}\right)^2 - 1}$$

In unserem Fall ergibt sich somit bei  $\lambda_a = 40$  m und einer Überlappung von 5% des Bereiches (etwa 9 Skt. bei 180°-Teilung)

$$\lambda_e = 40 (1 + 0,145) (1 + 0,05) = 48,2 \text{ (m)}$$

und bei  $C_v = 115$  cm:

$$C_x = \frac{115}{\left(\frac{48,2}{40}\right)^2 - 1} = 250 \text{ cm}$$

Davon seien 25 cm in der Anfangskapazität des Drehkondensators und 25 cm als Schaltkapazität vorhanden, so daß noch 200 cm parallel zu schalten sind, deren Zusammensetzung sich nach folgendem ergibt.

Vernachlässigen wir vorerst den TKF des Luftdrehkondensators, was wir hinterher durch Erhöhung der Condensapazität berücksichtigen, so bleiben die TKF für

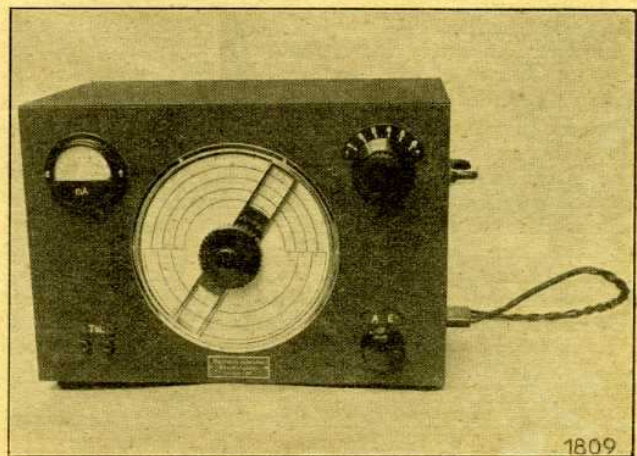


Abb. 4. Ansicht der Frontplatte



keramische Spule  $\Delta L/L = +2 \cdot 10^{-5}$   
 Calit-Kondensator  $\Delta C_2/C_2 = +1,6 \cdot 10^{-4}$   
 Condensa-Kondensator  $\Delta C_1/C_1 = -4,8 \cdot 10^{-4}$   
 Daraus wird

$$C_2 = \frac{C}{\left[ \frac{\Delta L/L + \Delta C_2/C_2}{\Delta C_1/C_1 - \Delta L/L} \right] - 1} = \frac{200}{\left[ \frac{2 \cdot 10^{-5} + 16 \cdot 10^{-5}}{-48 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-5}} \right] - 1} = 157 \text{ cm (Calit)},$$

und da  
 $C_1 + C_2 = C$ ;  $C_1 = C - C_2 = 200 - 157 = 43 \text{ cm (Condensa)}$ .

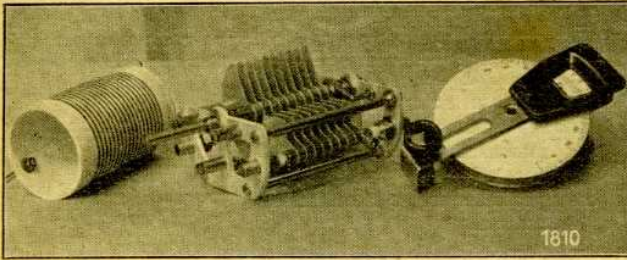


Abb. 5. Die Haupteinzelteile

Unter Verwendung handelsüblicher Kapazitätswerte und unter Berücksichtigung der oben gemachten Vernachlässigung nehmen wir  $C_2 = 150 \text{ cm}$  und  $C_1 = 50 \text{ cm}$ .

Für die Güte des ausgeführten Gerätes ist, wie oben schon betont, die Verwendung einwandfreier Einzelteile ausschlaggebend, weshalb darauf etwas näher eingegangen sei. Der wichtigste Bestandteil für einen Wellenmesser ist stets der Drehkondensator, für den Verlustfreiheit und

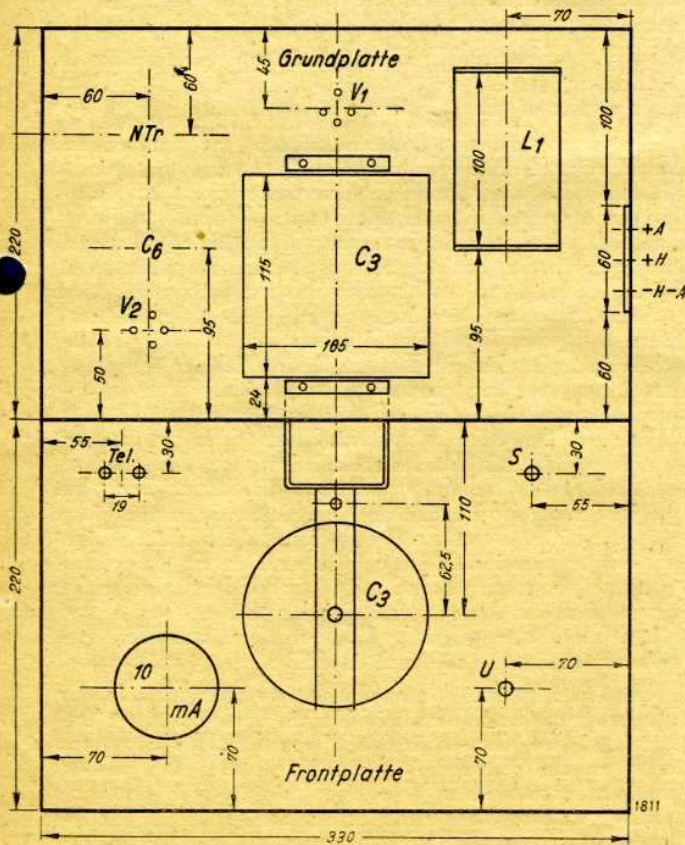


Abb. 6. Maßskizze für den Aufbau der Grund- und Frontplatte

Festigkeit nötig sind. Im Mustergerät fand deshalb ein neuer Präzisionskondensator Verwendung, der Kreisplatten und Calitisation mit besonders günstigem, spannungsfreiem mechanischem Aufbau besitzt. Der Preis guter Kondensatoren kann naturgemäß nicht gering sein, doch bleibt es eben zwecklos, hohe Genauigkeit und Präzision mit gewöhnlichen leichten Ausführungen erreichen zu wollen.

Ähnliche Gesichtspunkte wie für die Wahl des Drehkondensators führten auch zur Wahl der Spule, einer keramischen Spule mit eingebrannten Windungen. Über ihre Vorteile (mechanische Festigkeit, geringe Alterung und Temperaturabhängigkeit) wurde schon des öfteren geschrieben<sup>4)</sup>, so daß sich ein nochmaliges Eingehen darauf erübrigt. Seitdem ihre Preise durch entsprechende Herstellungsverfahren innerhalb erschwinglicher Grenzen gesunken sind, ist ihre Anwendung für Meßzwecke auch dem Amateur möglich geworden. Besonderes Augenmerk ist in diesem Zusammenhang auch der Skalenfrage zuzuwenden. Man darf Wellenmesser, von denen man hohe Genauigkeit verlangt, nicht mit Skalen versehen — wie es der Verfasser schon beobachten konnte —, deren Zeiger vollkommen frei liegt und so schwach und schlecht befestigt ist, daß er bei der

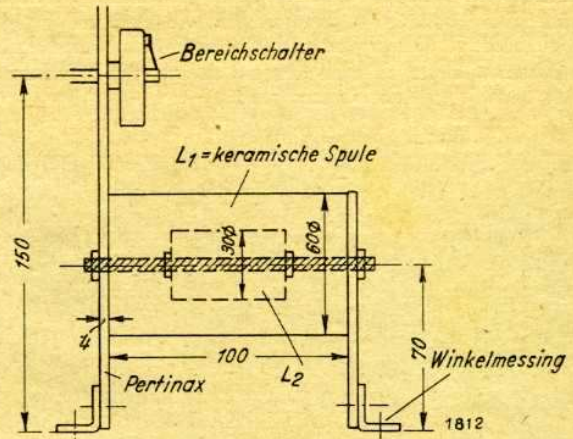


Abb. 7. Befestigung und Aufbau der Spulen

geringsten Berührung verbogen werden kann. Ein Meßgerät ist kein Empfänger und benötigt eine stabile Anzeigevorrichtung mit einwandfreier und genau reproduzierbarer Ablesemöglichkeit. Deshalb sind auch die meisten im Handel befindlichen, für Empfänger gedachten Skalen hier nicht brauchbar. Da im allgemeinen eine direkte Ablesung, wie sie das Mustergerät (Abb. 4) mit einer selbst hergestellten Skala zeigt, nicht nötig ist, sei dem Amateur die in Abb. 5 dargestellte Nonius-Skala mit Feineinstellung empfohlen.

Die Bauausführung des Gerätes selbst geht aus dem Schaltbild und der Aufbaumafsskizze (Abb. 6) wohl genügend deutlich hervor und hat streng nach den im vorstehenden aufgeführten Grundsätzen zu erfolgen. Auch aus den Photographien wird alles weitere ersichtlich. Dem Nachbauer sei empfohlen, den Bereichschalter, der einwandfreies Fabrikat sein muß, nicht, wie im Mustergerät, an der Frontplatte, sondern nach Abb. 7 an der Befestigungsstütze der Abstimmspule anzubringen. Dadurch wird auch das Abgleichen der Bereiche etwas erleichtert, das erst nach der vollkommenen Fertigstellung und Verdrahtung des Gerätes durchgeführt wird. Es wird hierzu der Wellenmesser angeschlossen und die Röhren eingesetzt; außerdem ist ein weiterer Hochfrequenzgenerator (schwingender Empfänger) nötig. Dann wird, beginnend mit dem längsten Bereiche

<sup>4)</sup> Siehe L. Rohde, Zeitschrift für techn. Physik 11/1933, Seite 480.



(also ganzer Spule und herausgedrehtem Drehkondensator), mit diesem Sender interferiert und derselbe auf dieser Stellung stehen gelassen. Nun schalten wir den Bereichsschalter des Wellenmessers auf die vorletzte Stufe, drehen den Abstimmkondensator auf etwa 170 Skt. ein (der Rest dient als Überlappung) und greifen von dem zugehörigen Kontakt des Bereichsschalters aus die Windung der Spule ab, bei der wir den Interferenzton an der gewünschten Skalenstellung hören. Zu beachten ist dabei, daß die einzelnen Windungen der Spule ganz langsam ringsherum in beiden Richtungen abzutasten sind, um die passende Selbstinduktion zu finden. Es geht nämlich auch die Selbstinduktion des Abgreifdrahtes mit dem entsprechenden Windungssinn in die Gesamtinduktivität ein. Das kann so weit gehen, daß bei größerer Länge desselben sogar, wie im Mustergerät (Abb. 8) eine Schlinge nötig wird, um den passenden Wert zu erhalten. Nach Erreichen des richtigen Abgreifpunktes wird der Draht angelötet, der Drehkondensator auf Nullstellung gebracht und nun neuerdings mit dem Sender interferiert, der nun auf dieser Welle stehen bleibt. Dann kommt der Bereichsschalter wieder eine Stufe zurück, Kondensator auf 170 Skt. und abgreifen. Dieses Spiel wiederholt sich, bis alle Bereiche eingeteilt sind. Wie die Bilder zeigen, verteilen sich die Abgreifpunkte nicht gleichmäßig über die ganze Spule, sondern logarithmisch. Die Beschreibung des Abgleichens ist schwieriger zu lesen, als in der Praxis durchzuführen, weshalb es nach dem ersten Versuch wohl kaum mehr Schwierigkeiten bereiten wird.

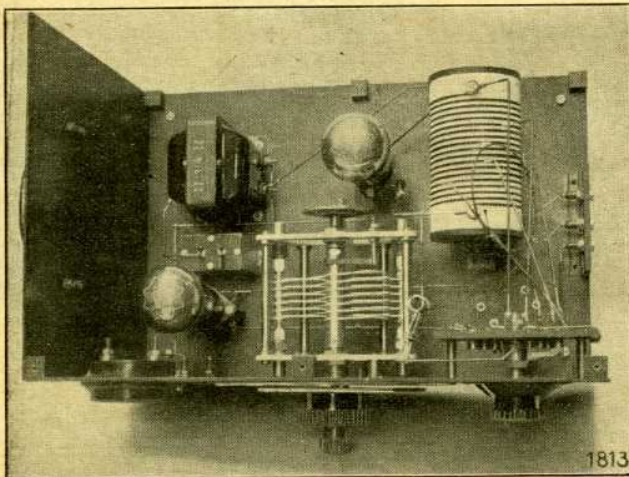


Abb. 8. Der fertige Wellenmesser im Innenaufbau

Damit ist der Wellenmesser fertiggestellt, es fehlt nur noch die Eichung. Können wir diese nicht an einem genauen Wellenmesser durchführen oder durchführen lassen, so bleiben noch weitere Möglichkeiten. Deren naheliegendste ist die nach Kurzwellengroßstationen (KW-Rundfunksendern) oder die nach Eichsendungen verschiedener Amateursender, deren Zeiten und Frequenzen ja bekannt sind. Eine weitere, jedem offenstehende Möglichkeit ist noch die, in einem gewöhnlichen Rundfunkkopplungsempfänger bekannte Sender des Normalwellenbandes einzustellen und damit nach deren Oberwellen zu eichen, wobei man allerdings darauf zu achten hat, daß man in der Bestimmung der Ordnungszahl der Oberwellen keinen Fehler begeht. Den Abschluß bilde eine Tabelle mit der Angabe der endgültigen, direkten Bereiche des Wellenmessers am Mustergerät und der zugehörigen Oberschwingungen zur Wellenmessung im gesamten Kurzwellenbereich.

Abbildungen aus dem Physikalisch-technischen Entwicklungslaboratorium von Dr. Rohde und Dr. Schwarz, München

## Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt.

- 1 Aluminiumkasten 330 · 220 · 220 mm mit Isolierrückwand.
- $C_1$  = Condensa-Kondensator 50 cm.
- $C_2$  = Calit-Kondensator 150 cm.
- $C_3$  = Kreisplattendrehkondensator 140 cm.
- $C_4$  = 300 cm.
- $C_5$  = 1000 cm.
- $C_6$  = 2  $\mu$ F.
- $L_1$  = keramische Spule mit eingebrannten Windungen 11 000 cm Selbstinduktion.
- $L_2$  = Rückkopplungsspule 20 Windungen 0,2 Cu-Lack-Draht auf 30 cm Durchmesser.
- $R_1$  = 50 000 Ohm.
- 1 Niederfrequenztransformator 1 : 4.
- 1 Anodenstrominstrument 10 mA.
- 2 Aufbaurohrensockel.
- 1 Ausschalter.
- 1 Stufenschalter mit 6 Kontakten.
- 1 Noniusskala.
- $U_1 = U_2 = RE 134$ .
- Verschiedenes Kleinmaterial.

## Wer läuft weg?

Man macht oft die Beobachtung, daß sich der Überlagerungston, der beim Vergleich zweier Oszillatoren eingestellt worden ist, langsam und ziemlich gleichmäßig, ohne fremdes Zutun nach höheren oder tieferen Frequenzen hin verschiebt. Es ist dies auf eine Verstimmung eines oder auch beider Oszillatoren durch langsame Erwärmung frequenzbestimmender Schaltelemente zurückzuführen.

Bei der Eichung von selbstschwingenden Frequenzmessern sowie bei der Tonkontrolle von Sendern ist es wichtig zu wissen, welcher der Oszillatoren unstabil ist. Hierfür gibt es eine sehr einfache Methode:

Angenommen ein batteriegespeicherter Röhrenfrequenzmesser soll mit Hilfe eines normalen Quarzoszillators geeicht werden. Es wird hierbei im Frequenzmesser der Überlagerungston abgehört und dabei diese Weglauferscheinung beobachtet. Man stellt jetzt auf die Seite der Überlagerung ein, wo der Ton steigt, beobachtet ihn etwa eine halbe bis eine Minute und schaltet dann den Frequenzmesser etwa 10–20 Sekunden lang aus. Wenn jetzt beim Wiedereinschalten der Ton höher liegt als kurz vor dem Ausschalten, so ist dies ein Zeichen dafür, daß der schädliche Erwärmungsvorgang durch das Ausschalten nicht unterbrochen worden ist, also offenbar im Quarzoszillator liegt. Wäre der Ton beim Wiedereinschalten tiefer gewesen als vorher, so hätte man daraus schließen müssen, daß während des Ausschaltens des Frequenzmessers sich dessen Frequenz wegen der damit verbundenen Abkühlung wieder rückläufig geändert hätte. Allerdings bietet diese Methode noch keine unbedingte Gewähr dafür, daß im ersteren Falle der Frequenzmesser wirklich konstant ist. Sie gibt jedenfalls einen guten Überblick darüber, daß einer der beiden Oszillatoren wesentlich stärker wegläuft als der andere, und diese Erkenntnis genügt in den meisten Fällen.

Um eine genaue Untersuchung vorzunehmen, ob der Frequenzmesser stabil ist, müßte man die Höhe des Überlagerungstones in Abhängigkeit von der Zeit graphisch auftragen und feststellen, ob durch zeitweises Ausschalten des Frequenzmessers in dem Lauf dieser Kurve eine Verwerfung eintritt. Wenn der Kurvenverlauf trotz der Unterbrechung nicht gestört wird, ist also der Frequenzmesser als absolut stabil zu bezeichnen. Gf.



# Ein Präzisionsfrequenzmesser der Industrie

Von  
Christoph Schmelzer

Auf der Funkkonferenz in Madrid 1933 wurde als maximal zulässige Frequenzschwankung für Rundfunk-sender im Kurzwellenbereich (13 . . . 50 m Wellenlänge) eine solche von  $1 \times 10^{-4}$  festgelegt (das sind 1000 Hz bei 30 m Wellenlänge). Derartig geringe Frequenzunterschiede zuverlässig und schnell zu messen ist mit Frequenzmessern, die nach der Resonanzmethode arbeiten, nicht mehr möglich (die Grenze für diese Geräte liegt bei  $1 \dots 2 \times 10^{-3}$ ). Man mußte also zur Interferenzmethode übergehen. Als bestes Verfahren erwies es sich, die zu messende Frequenz mit Oberwellen eines Langwellengenerators zu vergleichen, der seinerseits dauernd durch ein Frequenzstandard, z. B. einen Leuchtquarz, kontrolliert wird. Die absolute prozentuale Genauigkeit ist dann gegeben durch die Eichgenauigkeit des Standards und durch den Fehler, der beim Einstellen des Langwellengenerators auf die Standardfrequenz entsteht. Sie ist demnach für alle Oberwellen gleich groß. Die Messung geschieht dann so, daß man den Abstand der unbekanntem Frequenz  $a$  zur nächstliegenden Oberwelle des Standardgenerators mißt, deren Frequenz durch  $nb$  gegeben ist, wenn  $n$  die Ordnungszahl der Oberwelle und  $b$  die Grundfrequenz des Standards ist.<sup>1)</sup>

Die Abstandmessung kann z. B. mittels eines Drehkondensators geschehen, dessen Drehwinkel der Frequenz direkt proportional ist. Da sie um so genauer wird, je näher die unbekannte Frequenz an der zum Vergleich dienenden Oberwelle des Standards liegt, wird man die „Eichpunkte“ möglichst eng legen, d. h. die Standardfrequenz sehr niedrig wählen müssen. Der genauen Messung muß hierbei noch eine Grobmessung vorausgehen, die die Bestimmung der Ordnungszahl der zur Messung verwendeten Oberwelle ermöglicht. Sie muß um so genauer sein, je enger die Eichpunkte liegen und je höher die zu messende Frequenz ist. Durch diese Tatsache wird der unbeschränkten Anwendung der an sich schönen Methode in praxi bald eine Grenze gesetzt; die erforderliche, ziemlich hohe Genauigkeit des „Grob“-Frequenzmessers bedingt einen großen Aufwand und macht die Messung langwierig.

Die eben genannten Schwierigkeiten werden durch eine sehr elegante Methode umgangen, die im neuen Telefunken-Präzisionsfrequenzmesser zur Anwendung kommt.<sup>2)</sup> Die Abstandmessung zwischen der unbekanntem Frequenz  $a$  und der Harmonischen des Standards  $nb$  geschieht hier dadurch, daß dieser mit einem zweiten Oszillator (im folgenden Überlagerer genannt) eine bestimmte Frequenz  $c$  überlagert wird. Eines der beiden Seitenbänder ( $nb + c$ ) oder ( $nb - c$ ) wird mit der zu messenden Frequenz  $a$  auf Schwebungsnull gebracht.  $a$  berechnet sich dann zu

$$a = nb \pm c,$$

je nachdem man das obere oder untere Seitenband zur Messung benutzt hat. Die Frequenz des Überlagerers muß im Verhältnis 1:2 veränderlich sein, um jede Frequenz zwischen zwei benachbarten Harmonischen einstellen zu können.

Bei dem Telefunken-Gerät ist die Grundfrequenz  $b = 750$  kHz, der Überlagerer ist zwischen 375 und 750 kHz veränderlich. Der Abstand einer zu messenden Frequenz von der nächsten Oberwelle der Grundfrequenz ist also nie kleiner als 375 kHz. Hierin liegt der überragende Vorteil gegenüber den anderen Methoden, denn eine Grobmessung ist bei dieser geringen Genauigkeit mühelos und ohne Aufwand auszuführen, man braucht lediglich den Meß-Empfänger grob zu eichen.

<sup>1)</sup> Die Grundwelle hat die Ordnungszahl  $n=1$ , ist also die „erste Harmonische“.  $n$  ist stets eine ganze Zahl.

<sup>2)</sup> L. Leng, Telefunken-Zeitung, XV, Nr. 68, S. 43, 1934.

Abb. 1 zeigt die prinzipielle Schaltung des Standardgenerators, der, um Rückwirkungen der Meßeinrichtung auf die Grundfrequenz zu vermeiden, auf 375 kHz abgestimmt ist und durch einen Leuchtquarz ( $LQ$ ) laufend kontrolliert werden kann. Um die Spulen vor mechanischen und elek-

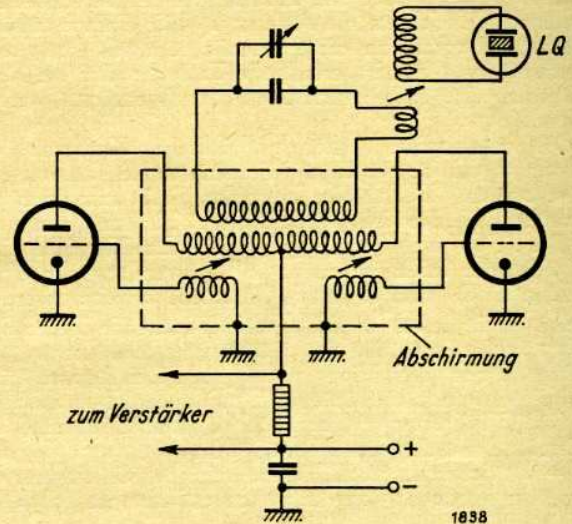


Abb. 1. Prinzipschema des Standard-Oszillators

trischen Einflüssen zu schützen, sind sie in einen Silumin-Gußblock eingebaut.<sup>3)</sup>

Wie in Abb. 2 dargestellt, wird die Energie des Standard-Oszillators (S.-O.) nach einmaliger Frequenzverdopplung zunächst in einem dreistufigen Verstärker (V.) verstärkt. Das Gitter der letzten Röhre erhält bei hoher nega-

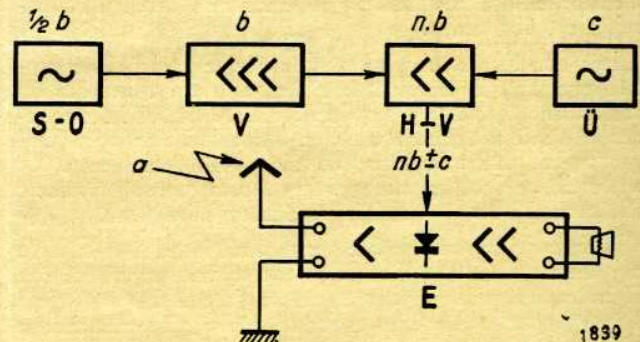


Abb. 2. Prinzipschema des Gerätes. SO = Standard-Oszillator, V = Verdoppler und Verstärker, H-V = Harmonischen-Verstärker, Ü = Überlagerer, E = Empfänger, zugleich Grob-Wellenmesser. Die kleinen Buchstaben entsprechen den im betreffenden Teil des Gerätes erzeugten bzw. verstärkten Frequenzen

tiver Vorspannung eine sehr große Wechselspannungsamplitude, der Anodenstrom ist also besonders reich an Harmonischen. In einem weiteren, zweistufigen Verstärker, dem Harmonischen-Verstärker H.-V., der mit umschaltbaren Spulen ausgerüstet ist, wird die jeweils benötigte Oberwelle einer weiteren Verstärkung unterzogen, gleichzeitig wird sie mit der Überlagererwelle in der zweiten

<sup>3)</sup> Es wäre interessant zu wissen, weshalb der Standard-Oszillator nicht „elektronengekoppelt“ ausgeführt wurde. Die Frequenz eines solchen Oszillators ist fast vollkommen unabhängig von Spannungsschwankungen; außerdem liefert er eine besonders hohe Harmonisenausbeute.



Stufe des Verstärkers moduliert. Diese gesonderte Verstärkung der zur Messung verwendeten Oberwelle ist nötig, um Fehlmessungen (Verwendung anderer Harmonischen) zu vermeiden. Endlich ist der Ausgang dieses Verstärkers mit dem Audion des eigentlichen Meß-Empfängers  $E$  gekoppelt. Eine aperiodische Hochfrequenz- und zwei Niederfrequenzstufen machen ihn empfindlich genug, um eine einwandfreie Messung auch bei entfernten Stationen zu gestatten. Der Gitterkreis des Audions ist gleichzeitig als Grobwellenmesser ausgebildet. Eine sinnreiche Kombination bunter Felder und Zahlen, auf der Abstimmkala angebracht, erleichtern die Ablesung. Wie einfach tatsächlich eine Messung an diesem zunächst etwas kompliziert erscheinenden Gerät ist, erhellt die Tatsache, daß die Meßzeit unter eine halbe Minute (!) herabgedrückt werden konnte.

Die notwendige, hohe, mechanische Konstanz der Schwingungskreise verbietet die Anwendung auswechselbarer Spulen. Demzufolge kann das Gerät nur einen begrenzten Wellenbereich überstreichen, nämlich den von 14,3 . . . 57 m Wellenlänge. Unter Zuhilfenahme eines schwingenden Hilfsempfängers und Anwendung der Überwellenmethode kann er jedoch bedeutend erweitert werden.

Das Gerät besitzt zwei frequenzbestimmende Teile: Den Standard-Oszillator und den Überlagerer. Die Konstruktion erlaubt es nun, daß beide an denselben Leichtquarz angeschlossen werden können. Ist nämlich der Harmonischenverstärker auf die  $n$ -te Oberwelle abgestimmt, so muß das Seitenband mit der benachbarten Oberwelle ( $n + 1$ ) oder ( $n - 1$ ) Schwebungsnull bilden, wenn der Überlagerer auf seine Endfrequenz (750 kHz) abgestimmt ist ( $c = b$ ).

Darüber hinaus kann man sogar die Eichung des Überlagerers selbst bestimmen, indem man Harmonische der Grundwelle ( $nb$ ) mit Harmonischen des Überlagerers ( $mc$ ) auf Schwebungsnull bringt. Dann ist ja einfach

$$m c = n b,$$

woraus sich der genaue Wert für  $c$  berechnen läßt, da  $m$  aus der ungefähren Kenntnis von  $c$  folgt,  $n$  und  $b$  aber sowieso gegeben sind. Das ganze Gerät kann somit durch ein einziges Normal, eben den Leuchtquarz, dauernd in sich kontrolliert werden, was einen nicht zu unterschätzenden Vorteil darstellt.

Die Meßgenauigkeit wird durch folgende Größen bestimmt: Die Eichgenauigkeit des von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt gemessenen Leuchtquarzes ist  $\pm 1 \times 10^{-5}$ ; dazu kommen  $\pm 10$  Hz Fehler beim Einstellen auf Schwebungsnull und  $\pm 160$  Hz Fehler, die bei der Ablesung der Überlagererskala entstehen. Die beiden letzten Fehler sind von der Frequenz unabhängig, während der Eichfehler des Leuchtquarzes einen frequenzproportionalen Fehleranteil liefert. Der Gesamtfehler setzt sich demnach zusammen aus

$$\Delta a = \pm (10^{-5} a + 170) \text{ Hz}$$

und ist für 14,3 m Wellenlänge 380 Hz oder  $1,8 \times 10^{-5}$  und für 57 m Wellenlänge 223 Hz oder  $4,2 \times 10^{-5}$ . Die Genauigkeit ist also mindestens doppelt so groß wie der in Madrid geforderte Wert von  $1 \times 10^{-4}$ .

Vergleichsmessungen, die gemeinsam und gleichzeitig in Buenos Aires (Telefunkengerät) und New York ausgeführt wurden, ergaben bei 12 Messungen als größte Abweichung den Wert von  $\pm 2 \times 10^{-5}$ , und den nur in zwei Fällen.

*Zeichnungen vom Verfasser*

## Frequenzmessung mit piezoelektrischen Kristallen

Von

Harald Straubel, Jena

Jede absolute Frequenzbestimmung hängt von der Genauigkeit der Zeitmessung ab, kann also deren Genauigkeit nicht übertreffen.

Für den Amateur wird stets nur eine relative Frequenzmessung in Betracht kommen, also ein Anschluß an vorhandene, geeichte Frequenznormale. Dabei ist zu bedenken, daß mit jedem weiteren Anschluß eine neue Ungenauigkeit auftreten kann, da sich die Meßfehler u. U. addieren. Es soll in vorliegendem Aufsatz gezeigt werden, wie groß die dabei erreichbaren Genauigkeiten sind.

Voraussetzung für ein Frequenznormal ist, daß man nicht nur seine momentane Genauigkeit, also im Augenblick der Eichung, sondern vor allem seine zeitliche Konstanz kennt. Die Hauptrolle für eine Inkonzanz der piezoelektrischen Kristalle spielen die Halterung und der Temperaturkoeffizient (T. K.). Für die besten Frequenznormale wird heute eine Halterung verwendet, bei der der longitudinalschwingende, in seiner 2. Oberwelle angeregte (um 2 Knotenpunkte zu erhalten) Quarzstab in den Bewegungsknoten festgebunden wird. Die zeitliche Konstanz solcher von Giebe und Scheibe in der Phys. Tech. Reichsanstalt (PTR) entwickelten Oszillatoren beträgt innerhalb 6 Monaten zirka  $\pm 2 \times 10^{-8}$ . Durch geeignete Schnitttrichtung und Dimensionierung dieser Quarze ist ihr T. K. in einem Intervall von  $\pm 1^\circ \text{C}$  nur  $5 \times 10^{-8}/^\circ \text{C}$ . Trotzdem sind die Kristalle noch in einen Thermostaten eingebaut, der die Mitteltemperatur des angegebenen Bereiches auf  $\pm 0,002^\circ \text{C}$  konstant hält. Die angegebene Frequenzkonstanz innerhalb mehrerer Monate stellt zugleich die Grenze der Meßgenauigkeit im Anschluß an die Zeitmessung verschiedener Länder dar. Es ist anzunehmen, daß die auf obigem Prinzip konstruierte „Quarzuhr“ wesentlich genauer geht, aber es fehlt eine Vergleichsmöglichkeit.

2 Quarzuhren untereinander verglichen ergaben eine Genauigkeit (relativ!) von  $1-2 \times 10^{-9}$ . Es läßt sich damit nachweisen, daß unter dem Einfluß des Mondes (Ebbe und Flut!) die Erddrehung, auf der ja unsere Zeitmessung beruht, täglich in der Größenordnung von  $10^{-8}$  schwankt.

Im Anschluß an die Quarzuhr können nun in der PTR andere Kristalle geeicht werden, indem man die beiden Frequenzen zur Überlagerung bringt, die resultierende Frequenz durch einen Oszillographen aufzeichnen läßt und mit den gleichzeitig aufgetragenen Zeitmarkierungen auszählt. Die damit erreichbare Genauigkeit beträgt etwa  $10^{-6}$ , wenn der zu eichende Kristall während der Messung eine Konstanz von  $10^{-7}$  zeigt.

Die Überlagerungsfrequenz muß wie schon erwähnt aufgezeichnet werden, da eine einfache Einstellung auf den Überlagerungston wegen der Mitnahme der beiden Generatoren zu ungenau sein würde. Hinzu kommt, daß man Töne unter 30 Hz nicht mehr hört, und daß die Einstellung von beiden Seiten auf Schwebungsnull auch nur eine unzureichende Genauigkeit ergeben kann. Wesentlich besser ist es z. B. für den Amateur, der sich seine Empfängerskala eichen will, daß er sich eine Stimmgabel besorgt, und den Überlagerungston nicht auf 0, sondern auf Schwebungsnull mit der Stimmgabelfrequenz einstellt. Erfolgt die Einstellung von beiden Seiten aus, so läßt sich damit eine sehr hohe Eichgenauigkeit erzielen. Voraussetzung für alle diese Eichungen ist aber, daß die Skala des Drehkondensators überhaupt eine genügend hohe Ablesegenauigkeit aufweist!

Für die Eichung weiterer Normale muß hier eine scharfe Trennung gezogen werden zwischen den Kristallen, die lediglich als Frequenzanzeiger (Resonatoren) arbeiten sollen, und den Steuerkristallen (Oszillatoren). Für beide Arten



kann man heute durch geeigneten Schnitt und Dimensionierung den T. K. kleiner als  $5 \times 10^{-8}$  halten, so daß er praktisch vernachlässigt werden kann. Verschieden ist aber die Art der Ankoppelung und Betriebsweise. Ihr Einfluß soll daher etwas höher betrachtet werden.

### a) Resonatoren

1. Leuchtresonatoren. Es werden meist Stäbe verwendet, in der zuerst angegebenen Halterung. Sie befinden sich in einem Gefäß mit verdünntem Neon und werden mit einem Sender höchster Frequenzkonstanz sehr lose gekoppelt, um Rückwirkungen zu vermeiden. Im Resonanzfall treten an den mechanisch beanspruchten Stellen durch den piezoelektrischen Effekt Leuchterscheinungen auf. Beobachtet man bei langsam veränderter Senderfrequenz das Ein- und Aussetzen der Leuchterscheinung, so läßt sich damit (Skala!) eine Meßgenauigkeit von  $0,5-1 \times 10^{-6}$  erreichen. Ist die Koppelung Sender-Resonator genügend lose, so wird praktisch nur die Eigenfrequenz des Kristalles angeregt. Gemessen wird die Senderfrequenz durch Überlagerung (s. oben).

2. Direkte Resonatoren. Man verbindet einen normalen Steuerquarz einpolig über einen Widerstand von etwa 1 MOhm mit dem Gitter eines Audions. Verändert man bei schwingendem Audion die Abstimmung, so hört man bei Überschreiten einer bestimmten Wellenlänge im Kopfhörer ein lautes „click“. Der Kristall wird vom Audion im Resonanzfall angestoßen und schwingt während der Wellenänderung noch kurze Zeit mit seiner Eigenfrequenz. Dadurch entsteht ein variabler Interferenzton. Der Ton ist um so lauter und länger, je weniger der Quarz gedämpft ist. Gestattet die Empfängerskala eine genügend feine Einstellung (ausrechnen!), so kann mit dieser Methode eine Meßgenauigkeit von  $2 \times 10^{-4}$  erreicht werden. (Einstellung von beiden Seiten.) Wer auf diese Weise seinen Quarz prüft, wird bemerken, daß nicht ein click, sondern leider mehrere, oft recht nahe benachbarte auftreten. Aus ihrer Anzahl und Stärke gegenüber dem Hauptclick kann man auf die Güte des Quarzes schließen.

### b) Oszillatoren

Bei der meist verwendeten Huth-Kühn-Schaltung (Quarz zwischen Gitter und Kathode) hängt die Kristallfrequenz etwas von der Abstimmung des Anodenkreises ab. Diese Abhängigkeit wird im Resonanzfall maximal (größte Quarzleistung) und beträgt dann bei den Amateurwellen zirka  $5 \times 10^{-5}$ . Durch genügend starke Verstimmung des Anodenkreises nach höheren Frequenzen hin sinkt zwar die Leistung des Senders beträchtlich, aber der Kristall schwingt praktisch mit seiner Eigenfrequenz. Bei dieser Verstimmung haben auch Schwankungen der Heiz- und Anodenspannung den geringsten Einfluß (etwa  $1 \times 10^{-6}$  bei  $\pm 10\%$  Änderung). Wie man aus dem Ersatzschaltbild eines Kristalles leicht ablesen kann, ist die von Röhre zu Röhre verschiedene Kapazität Gitterkathode ohne praktische Wirkung auf die Frequenz (unter  $10^{-8}$ ).

Die einfache Halterung der Quarzscheiben zwischen 2 Metallplatten (ohne Luftspalt) gibt keine größere zeitliche Konstanz als  $1 \times 10^{-5}$ . Ein Luftspalt kann die Frequenz um  $2 \times 10^{-3}$  verändern!

Es kann im Rahmen dieses kurzen Aufsatzes nicht auf alle Ungenauigkeiten bei der Messung an Kristallen eingegangen werden. Daß man von einem Normal aus durch Verwendung der Oberwellen sich sehr viele Eichpunkte verschaffen kann, dürfte dem Amateur bekannt sein. Hier soll nur noch darauf hingewiesen werden, daß für UKW der einfachste Wellenmesser das Lechersystem ist. Bei sorgfältigem Aufbau erlaubt es, eine Welle von 5 m auf  $\pm 1$  mm genau zu messen, also mit einer Genauigkeit von  $2 \times 10^{-4}$ , was für die meisten Fälle ausreicht.

Schickt man an die PTR einen Sender mit eingebautem normalen Steuerquarz ein, so gibt sie (aus allen oben erwähnten Gründen) auch nur das Meßresultat auf  $1 \times 10^{-4}$  an, obwohl natürlich die Meßgenauigkeit wesentlich größer ist.

Literatur: Giebe und Scheibe, Hochfrequ. Techn. und Elektroak. 41, 83, 1933. Scheibe und Adelsberger ebenda 43, 37, 1934. Scheibe und Adelsberger, Zs. f. techn. Phys. 13, 591, 1932. H. Straubel, CQ 1933, Heft 4.

## Der Eich-Generator des Amateurs

Von  
Wolfgang Aßmann, D 4 bkh

Die genaue Eichung und Kontrolle der Wellenlänge ist eine der Hauptaufgaben des Kurzwellenamateurs. In diesen Blättern<sup>1)</sup> ist schon darauf hingewiesen worden, daß der Quarz das einfachste und bequemste Normal für

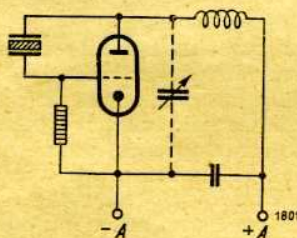


Abb. 1.

Amateurzwecke ist. Mit den üblichen Quarzen, deren Eigenwelle innerhalb der Amateurbänder liegt, ist wohl eine Kontrolle des Wellenmessers möglich, aber keine zuverlässige Eichung. Der Amateur ist also gezwungen, den Wellenmesser eichen zu lassen oder auch selbst eine Eichung mit Hilfe der bekannten Wellen der Großstationen vorzunehmen, die jedoch nur am Rande der Amateurbänder arbeiten.

Eine besonders zuverlässige und auch einfache Methode ist die Benutzung eines Frequenznormals in Form eines

<sup>1)</sup> Ch. Schmelzer, CQ 1935, Heft 1.

Quarzes hoher Eigenwellenlänge, z. B. mit einer Frequenz von 100 kHz (3000 m). Ein Eichsender dieser Frequenz ergibt auf dem Kurzwellenbereich eine so große Zahl von Oberwellen, daß es leicht möglich ist den gesamten Kurzwellen- und auch Mittelwellenbereich schnell und mit größter Genauigkeit zu eichen.

Als eine für diese Zwecke zu verwendende Oszillatorschaltung (Abb. 1) hat Schmelzer an dieser Stelle die

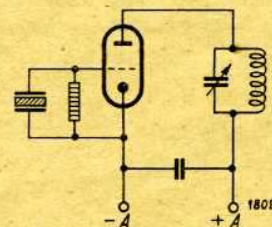


Abb. 2.

Pierce'sche Schaltung<sup>2)</sup> angegeben, die er als „Quarzmonitor“ bezeichnet.

Die Erregung langwelliger Quarze ist nun wegen der durch die Orientierung bedingten verschiedenen

<sup>2)</sup> G. W. Pierce: Piezo-Electric Crystal Resonators and Crystal Oscillators applied to the precision Calibration of Wavemeters; Proc. Americ. Acad. Arts and Sci. 1923.



Schwingungsrichtung nicht so leicht wie bei für Amateurzwecke benutzten Steuerquarzen. Außerdem ist die erzielbare Hochfrequenzleistung von Quarzoszillatoren bei niedrigen und auch bei sehr hohen Frequenzen geringer. (Das Optimum liegt bei ca. 3500 kHz!)

Nach Pierce eignet sich die angegebene Schaltung (Abb. 1) am besten für Quarze, deren Schwingungen in Richtung der elektrischen Achse erfolgen. Bei Quarzen, die in Richtung der neutralen Achse schwingen und die für die langen Wellen auch fast nur in Form von Stäben hergestellt werden (geringerer Temperaturkoeffizient), sollen viel bessere Ergebnisse erzielt werden, wenn der Quarz zwischen Gitter und Kathode geschaltet wird. Eigene Versuche des Verfassers haben dies auch voll und ganz bestätigt gefunden. —

Damit wären wir wieder bei der bekannten Cady'schen Schaltung (Abb. 2) angelangt, die die unangenehme Eigenschaft zeigt, daß die Frequenz von der Abstimmung des Anodenkreises abhängig ist. Aber auch hier ist selbst bei genauester Halterung und guten Quarzen ein exakter Aufbau für ein einwandfreies Anschwingen unerlässlich. Es

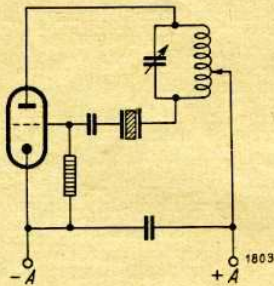


Abb. 3

dauert oft 1—2 Sekunden, bis sich die Schwingungen aufgeschaukelt haben, was sehr schön an dem langsamen Abfallen des Milliampereometers im Anodenkreis zu beobachten ist.

Eine weitere Schaltung, jedoch mit Anwendung der zusätzlichen Rückkopplung, ist der bekannte „Hartley“ (Abb. 3). Mit dieser Anordnung ist es möglich, auch die am schwersten anschwingenden Langwellenquarze zu erregen. Sie ist leider viel zu unkonstant, um für Eichgeneratoren Verwendung finden zu können. Dasselbe gilt von Abb. 4. Auch hier läßt die leicht auftretende und

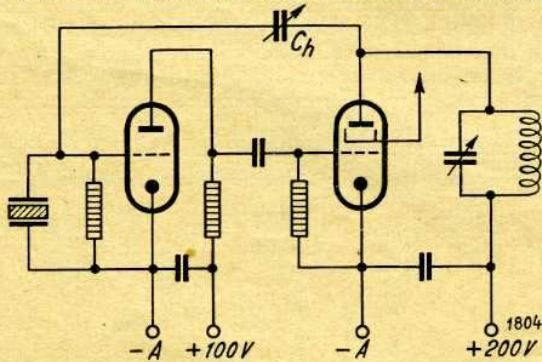


Abb. 4

schwer zu unterdrückende Neigung zur Selbsterregung ein stabiles Arbeiten nicht zu. Bei sämtlichen drei Schaltungen erscheinen bei Netzbetrieb die Oberwellen oft mit starker Modulation, so daß man sie nicht als einwandfreie Eichwelle betrachten kann.

Um zu besseren Ergebnisse zu gelangen, hat der Verfasser eine an sich bekannte Schaltung<sup>3)</sup> untersucht

<sup>3)</sup> Siehe auch Fuchs-Fasching: Signalbuch für den Kurzwellenverkehr 1934, S. 93.

(Siehe Abb. 5.) Als äußerst notwendig hat sich die Einfügung eines Ankopplungskondensators  $C_n$  erwiesen. Etwa auftretende Neigung zur Selbsterregung kann durch Wahl eines kleineren Widerstandswertes von  $R_1$  vollkommen unterdrückt werden. Zieherscheinungen werden auch durch lose Ankopplung mit Hilfe des Kopplungskondensators  $C_n$  weitgehend vermieden. — Verfasser baute das Versuchsgerät, dessen Daten aus der Schaltung zu ersehen sind, für Vollnetzbetrieb mit den Röhren vom Typ der REN 904 und RENS 1374 d. Die entsprechenden Typen für Batteriebetrieb können genau so gut Verwendung finden. Bei gleichbleibender Zimmertemperatur konnte eine Frequenzkonstanz von 0,003 ‰ erzielt werden. Selbst große Änderungen der Betriebsspannungen und der Kapazitäten  $C_1$  und  $C_n$  verursachen nur sehr geringfügige Frequenzänderungen.

Die Einstellung ist genau die gleiche wie die eines üblichen Quarzoszillators. Unter Beobachtung des Milliampereometers  $Ma$  im Anodenkreise von  $V_2$  wird  $C_1$  solange verändert, bis der Anodenstrom den niedrigsten Wert erreicht hat. Hierbei bleibt  $C_n$  auf volle Kapazität eingestellt. Jetzt wird  $C_n$  verringert, bis der Anodenstrom im Resonanzfalle wieder um ca. 25 % gestiegen ist. Mit einer Reihe von Quarzen für 100 kHz und einem für 67,3 kHz konnte die besondere Zuverlässigkeit der Schaltung erprobt werden. Die Schwingleistung ist so groß, daß sie zur Ankopplung von Frequenzvervielfachungsstufen vollkommen ausreicht. Selbst im 10-m-Band erscheinen die Oberwellen noch mit ausreichender Lautstärke, vorausgesetzt, daß sich der Empfänger nicht in zu großem Abstand vom Eichgenerator befindet.

Ein Beispiel möge zeigen, mit welcher Leichtigkeit die Eichung eines Wellenmessers möglich ist. Gegeben sei ein Frequenznormal von 100 kHz. Der Röhrenwellenmesser

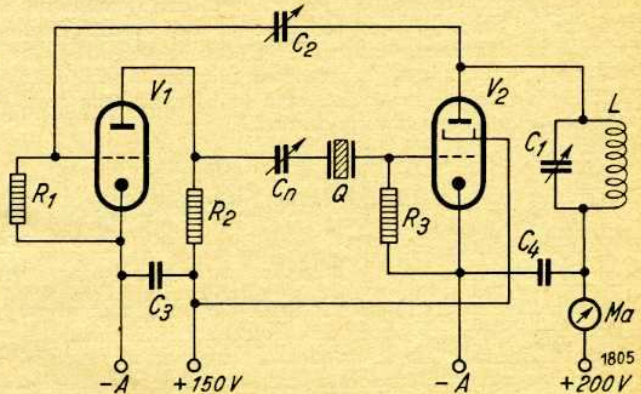


Abb. 5

arbeite auf dem 3,5 MHz-Band. Seine Harmonischen werden zur Eichung der anderen Bänder benutzt.

Zunächst werden im Empfänger die Harmonischen im 3,5-MHz-Band aufgesucht und der Wellenmesser nach der üblichen Methode danach geeicht. Es sind dies die 35., 36., 37., 38., 39. und 40. Harmonische. Sie entsprechen den Frequenzen von 3500, 3600, 3700, 3800, 3900 und 4000 kHz. Dann geht man auf das 7-MHz-Band über, wo die 70., 71., 72., 73., ... Harmonische, entsprechend den Frequenzen: 7000, 7100, 7200, 7300 ... kHz aufgesucht werden. Der Wellenmesser bekommt also auf 3,5-MHz-Band noch folgende Eichpunkte bei 3550 kHz =

$$7100 \frac{1}{2} \text{ kHz}, 3650 \text{ kHz} = \frac{7300}{2} \text{ kHz usw. Dementsprechend}$$

kommen aus dem 14-MHz-Band noch folgende Eichpunkte 3525, 3575, 3625, 3675 ... kHz hinzu. Diese Zahl reicht aus, um eine einwandfreie Eichkurve zu erhalten. Wem dies nicht genügt, der kann ja noch das 28- und 56-MHz-Band zu Hilfe nehmen, um später eine Eichkurve zu bekommen, die nur noch aus „aneinandergesetzten Punkten“ besteht!

Zeichnungen vom Verfasser



# Der Frequenzdivisor

## Eine praktische Meßschaltung für Frequenzzeichnungen

Von R. Rapcke, D 4 bwj

Im nachstehenden soll eine Meßeinrichtung beschrieben werden, die sich seit über eineinhalb Jahren im praktischen Betrieb zur Eichung von Wellenmessern, Empfängern u. dergl. recht gut bewährt hat.

Die Schaltung arbeitet nach dem Prinzip, daß Überlagerungen zwischen den Oberwellen eines Quarzes und der Grundwelle eines Empfängers eingestellt werden. Nach den bisher üblichen Methoden wurde nun der Reihe nach eine Oberwelle nach der anderen aufgesucht, indem der Empfänger mit den einzelnen Oberwellen des schwingenden Quarzes in Resonanz gebracht wird. Dadurch ergaben sich praktisch die Nachteile, daß man zur Eichung besonders in den Amateurbändern niedriger Frequenz, entweder große Abstände zwischen den einzelnen Eichpunkten bekam, bzw., daß man verschiedene Quarze und teilweise solche sehr hoher Wellenlänge verwenden mußte, daß also entweder sehr wenige Eichpunkte für die Eichkurve zur Verfügung standen oder, daß man mehrfach die Eichquarze wechseln mußte. Durch beides wird die Genauigkeit der anzufertigenden Eichkurve beeinträchtigt. Besonders das Wechseln der Quarze ergab leicht Fehler durch die immer vorhandenen kleinen Differenzen der Quarze gegenüber der Sollfrequenz. Diese Abweichungen führten dann dazu, daß besonders bei großen Eichkurven die Punktreihen aus den Oberwellen des einen Quarzes nicht ganz genau mit denen des anderen in einem Kurvenzug lagen. Es wurde daher nach einer Methode gesucht, die hier Abhilfe bringt und die möglichst mit einem einzigen Quarz arbeitete und trotzdem eine genügende Zahl von Eichpunkten erzielen ließ. Eine in den Proceedings der I. R. E. Juli 1933 von Victor Andrew zuerst beschriebene Schaltung ist für diesen Zweck außerordentlich gut geeignet. Ihr liegt folgendes Prinzip zugrunde:

Mit einer Fünfpolschirmröhre sind zwei getrennte Schwingungskreise verbunden. Am Gitter liegt ein Quarz von beispielsweise 100 kHz, am Schutzgitter der dazugehörige Schwingkreis gleicher Frequenz, am Bremsgitter ein Schwingungskreis von beispielsweise 10 kHz und an der Anode der Rückkopplungskreis dazu. Der Schirmgitterkreis wird in üblicher Weise mit der Quarzfrequenz in Resonanz gebracht, wodurch sich diese Schaltung bei Anlegen einer Spannung an das Schirmgitter ohne Berücksichtigung der übrigen Schaltung zur Erzeugung der Oberwellen für Eichzwecke verwenden läßt. Schaltet man nun außerdem die Anodenspannung hinzu, so ergibt sich zwischen Anode und Bremsgitter eine weitere Schwinganordnung, die sich bei richtiger Einstellung des Bremsgitterschwingkreises und der Rückkopplung — in unserem Beispiel genau auf 10 kHz — einregulieren läßt. Durch die in der Röhre vorhandene Kopplung und durch die Leitungskopplung entstehen nun zwischen je zwei Quarzoberwellen von 100 kHz Abstand Interferenzen von je 10 kHz Abstand. Bei der Kontrolle mit dem Empfänger lassen sich die zwischen zwei Quarzoberwellen liegenden 9 neuen Zwischenwellen schon ihrem Toncharakter nach und auch ihrer Lautstärke nach, deutlich von den Quarzpunkten unterscheiden. Man geht nun praktisch so vor, daß nach Einstellen der Quarzschwingung der Abstimmkondensator im Bremsgitterkreis so einreguliert wird, daß man neun eindeutig festzustellende Zwischenwellen erhält. Man merkt sich also auf dem Empfänger zwei beliebige nebeneinander liegende Quarzoberwellen und zählt die beim Hinzuschalten des Anodenkreises entstehenden Zwischenwellen ab. Je nach Stellung des Abstimmkondensators im Bremsgitterkreis werden nun etwa 7, 8, 9, 10 oder 11 Zwischenpunkte erscheinen. Praktisch wählt man die Einstellung für neun Zwischenpunkte, damit der Frequenz-

bereich zwischen zwei Quarzoberwellen in zehn gleiche Teile unterteilt wird. (Man kann natürlich nach Wunsch auch gröbere oder feinere Unterteilung nehmen, doch ist die Zehnernteilung aus praktischen Gründen zur Errechnung der Frequenzen der Zwischenpunkte vorteilhafter.) Nach einiger Übung ist diese Einstellung des Bremsgitterkreises ohne Schwierigkeiten und sehr einfach vorzunehmen. Ist dieser nämlich nicht genau auf ein Zehntel der Frequenz des Quarzes abgestimmt, so hört man im Empfänger beim Durchdrehen von dessen Abstimmkondensator eine große Anzahl von Zwischenwellen. Reguliert man nun den Bremsgitterkreis nach, so werden beim erneuten Abstimmen am Empfänger in dem Bereich zwischen zwei Quarzpunkten die gewünschten neun Zwischenwellen erscheinen. Außerdem werden durch eine Mitnahmeerscheinung zwischen Schirmgitter- und Bremsgitterkreis schon in der Nähe der richtigen Abstimmung des letzteren plötzlich neun ein-

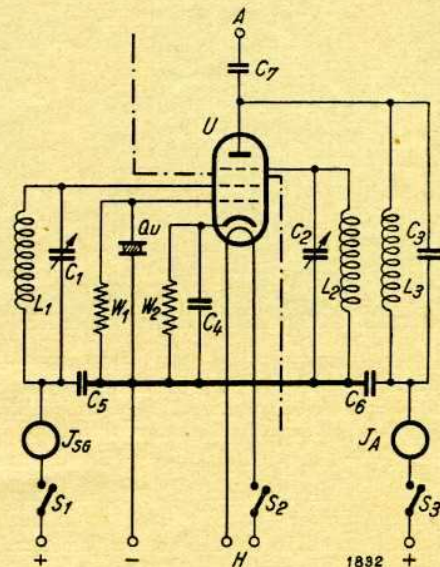


Abb. 1.  $L_1, C_1$  u.  $Q = 100$  kHz,  $L_2, L_3, C_2, C_3 = 10$  kHz,  $W_2 = 1000$  Ohm,  $c_4 = 0,1$   $\mu$ F,  $C_5, C_6 = 0,1$   $\mu$ F,  $C_7 = ca$  1 cm,  $V =$  Fünfpol-Schirmröhre mit herausgeführtem Bremsgitter

deutige Zwischenwellen erscheinen. Bei einiger Übung hört man schon im Empfänger, wann diese Mitnahme eintritt, an einem dabei entstehenden Ton. Außerdem ist an den Meßinstrumenten in den Anoden- bzw. in den Schirmgitterzuleitungen diese Mitnahme deutlich an einem kleinen Zeigerausschlag erkenntlich. Diese Mitnahmeerscheinung hat weiter den Vorteil, daß das ganze Gerät, einmal eingestellt, selbst bei kleinen Abweichungen der Kreise untereinander, stundenlang in der richtigen Einstellung, auch bei Schwankungen der Anoden- und Schirmgitterspannungen, stehen bleibt. Es findet dadurch eine regelrechte Kontrolle der Zwischenwellen durch die Quarzschwingungen statt, die Zwischenwellen können also, einmal richtig eingestellt, nicht mehr für sich allein auswandern. Es ist sogar zu bemerken, daß die etwas leiseren Zwischenwellen bei richtiger Einstellung des Bremsgitterkreises und im Augenblick der Mitnahme ihren Toncharakter so ändern, daß sie bei der Überlagerung mit dem Empfänger dem der Quarzoberwellen ähnlich werden. Diese ganze Abstimmmaßnahme ist tatsächlich sehr viel einfacher, wie sie sich beschreiben läßt und in wenigen Augenblicken geschehen, sobald man sich die obigen Erfahrungen angeeignet hat.



Im übrigen bleibt das ganze Gerät während des ganzen Meßvorganges unverändert stehen; ja es wird meistens überhaupt nur einmal einzustellen sein, und zum Zwecke der Eichungen mit diesem Gerät sind lediglich die beiden Schalter zu bedienen.

Für die in unserem Amateurbetrieb vorkommenden Messungen werden meistens nur in der Nähe und in den Amateurbändern genauere Eichungen erforderlich. Man geht also so vor, daß man in den Zwischenbereichen zwischen den Amateurbändern lediglich die Quarzoberwellen als Eichpunkte aufnimmt, d. h. es wird lediglich der Schalter für die etwas kleiner als normale Schirmgitterspannung betätigt. Kurz vor dem Amateurband legt man auch den Schalter für die Anodenspannung ein, wodurch

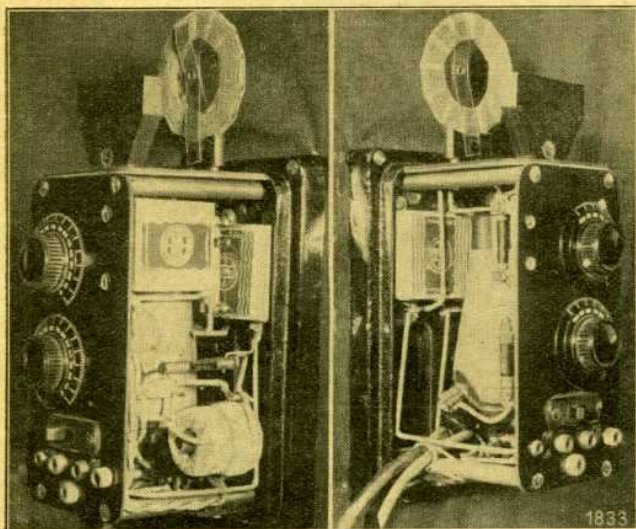


Abb. 2. Frequenzdivisor, rechte Seite zeigt die verwendete Spezialröhre mit gesondert herausgeführtem Fanggitteranschluß. Frequenzdivisor, linke Seite mit Spulensatz für die Erzeugung der Zwischenwellen

zwischen zwei Quarzoberwellen die Zwischenwellen erscheinen, und so in gleichen Abständen die weiteren Zwischenpunkte für die genauere Eichung in den Bändern erzielt werden. Empfänger, Röhrenwellenmesser, Absorptionswellenmesser, Tonprüfer und andere Geräte lassen sich auf diese Weise mit den Quarzoberwellen und den quarzkontrollierten Zwischenwellen eichen.

Die notwendigen Daten für die Einzelteile der Schaltung sind unter Abb. 1 gegeben. Leider sind Röhren mit gesondert herausgeführtem Bremsgitter in Deutschland noch nicht erhältlich. Man ist also zur Zeit hierbei noch auf die entsprechenden amerikanischen Typen, z. B. RCA 57 oder 58, angewiesen<sup>1)</sup>. Durch besonderes Entgegenkommen der Firma Valvo war es mir möglich, ein Einzel-exemplar einer deutschen Fünfpol-Schirmröhre mit besonders herausgeführtem Bremsgitter für Versuchszwecke anzuwenden, und es kann hier gesagt werden, daß es den amerikanischen Typen nicht nur gleichwertig, sondern infolge des stabileren Aufbaues der Röhrenelemente noch überlegen war. Als Eichquarz kann ein solcher von 100 kHz oder ähnlicher Frequenz, je nach Vorhandensein, verwendet werden. Von der Eichung des Quarzes hängt die Genauigkeit der Frequenzmessung ab. Die Zwischenwellen lassen sich natürlich auch bei anderen Frequenzen als bei 100 kHz stets passend einstellen.

Der Aufbau des Gerätes wird von jedem Amateur seinen Wünschen gemäß abgeändert werden können, doch ist dabei zu beachten, daß der Quarz- und Schirmgitter-

<sup>1)</sup> Die zur Funkausstellung neu erscheinenden Fünfpol-Schirmröhren haben erfreulicherweise getrennten Anschluß für das Bremsgitter.  
Die Schriftleitung

schwingkreis von dem Fanggitter- und Anodenkreis, wie durch die gestrichelte Linie in der Schaltung (Abb. 1) gezeigt, durch eine Abschirmung getrennt werden. Beide Kreise sind dann nur durch die innere Kapazität der Röhre miteinander gekoppelt. Die vorstehende Abb. 2 zeigt eine Ausführung des Gerätes in raumsparendem Aufbau, mit hängend angebrachter Röhre. Um die Abschirmung zu erleichtern und ein leichtes Auswechseln zu ermöglichen, sind Quarz und die im Schirmgitterkreis liegende Spule außerhalb des Metallkastens angeordnet. Die Röhre und der Schwingkreis für den 10-kHz-Oszillator für die Zwischenwellen befinden sich innerhalb des Metallkastens. Auf eine vollständige Abschirmung braucht man keinen besonderen Wert zu legen, weil die oben beschriebene Mitnahmeercheinung zum bequemen Einstellen des Gerätes geradezu erwünscht ist. Zu der Wahl des Quarzes ist noch zu bemerken, daß es letzten Endes gleichgültig ist, ob man einen 100-kHz-Quarz mit 10-kHz-Oszillator für die Zwischenwellen oder einen 1000-kHz-Quarz mit Zwischenwellenoszillator für 100 kHz wählt. Auch braucht der Quarz durchaus nicht genau eine der obengenannten Frequenzen zu haben, sondern es muß lediglich darauf geachtet werden, daß der Zwischenwellenoszillator mit seiner Abstimmung auf ein Zehntel der Frequenz des Quarzes eingestellt werden kann, evtl. vorhandene Langwellenquarze können verwendet werden. Man beachte dabei, daß, je höher der Quarz in seiner Frequenz liegt, um so größer die Abstände zwischen den einzelnen Oberwellen werden. Bei einem Quarz sehr hoher Wellenlänge bzw. niedriger Frequenz werden zwar die Abstände zwischen den einzelnen Oberwellen klein, so daß sich zum Beispiel für die Bänder recht viele Zwischenwellen ergeben, doch wird es auch immer schwerer, zu bestimmen, welche Oberwelle man wirklich eingestellt hat. Auf Seite 326 der 2. Auflage des DASS-Handbuches ist eine einfache Methode für die richtige Bestimmung der jeweils vorliegenden Oberwelle des Quarzes gegeben. Für diese Methode ist lediglich ein einigermaßen genau geeichter Absorptionswellenmesser im Kurzwellenbereich notwendig.

Für die Amateurbänder niedriger Frequenz, also für das 3,5-, 7- und auch das 14-MHz-Band, genügt es, das Gerät in einiger Entfernung vom Empfänger aufzustellen. Die Kopplung mit diesem wird ausreichen, um die Oberwellen gut hörbar zu machen. Die Kopplung darf aber nicht so fest sein, daß bei den Oberwellen niedriger Frequenz ein Aussetzen der Empfängerschwingung stattfindet. Für die Bänder höherer Frequenz kann eine kurze Leitung an die dafür vorgesehene Buchse „A“ angeschlossen werden. Die Buchse ist, wie in der Schaltung gezeigt, mit einem sehr kleinen Kondensator von wenigen cm Kapazität mit der Anode der Röhre verbunden. Durch diese Leitung, die meistens nur in die Nähe des Empfängers gelegt zu werden braucht, wird erreicht, daß die Oberwellen höherer Ordnungszahl, die an sich natürlich nicht so lautstark herein-kommen, wieder stärker in Erscheinung treten. Es gelang dadurch zum Beispiel, die Oberwellen eines 1013,65-kHz-Quarzes noch bis weit unter das 56-MHz-Band gut lautstark hörbar zu machen. Desgleichen waren auch die Zwischenwellen gut feststellbar. Da die Oberwellen des Quarzes ja leider nicht mit Anhängzetteln mit ihren Ordnungszahlen erscheinen, ist ein Empfänger, der sich von etwa 100 bis etwa 5 m mit einem vollständigen Satz Spulen durchgehend abstimmen läßt, recht erwünscht. Man hat dann nur eine Oberwelle nach der anderen aufzusuchen und sich höchstens durch gelegentliche Kontrolle mit dem Wellenmesser von der Richtigkeit zu überzeugen. Kommt man in die Nähe eines der Amateurbänder, so wird der Anodenkreis hinzugeschaltet, die Zwischenwellen entstehen und damit die zehnfach größere Zahl von Eichpunkten zur genauen Festlegung der Eichkurven für die Amateurbänder.

Zeichnung und Aufnahme vom Verfasser



# Frequenz- und Wellenmessungen im UKW-Gebiet

Von R. Rapcke, D 4, bwj

Im UKW-Gebiet ist eine genaue Frequenzmessung ganz besonders wichtig, weil das ungeheuer große Gebiet der Wellen unter 10 m eine möglichst einwandfreie Bestimmung der Frequenz notwendig macht und weil ohne diese ein langwieriges Suchen am Empfänger und ein Nichtauffinden des Senders die Folge wäre. Nachstehend sollen einige gebräuchliche Meßmethoden beschrieben werden.

Der allgemein gebräuchliche Absorptions-Wellenmesser läßt sich auch für Frequenzen bis etwa 75 MHz verwenden. In der üblichen Form mit Abstimmkondensatoren von 50—100 cm bleibt er aber in seiner Anwendung auf eine ganz rohe Bestimmung der Frequenz beschränkt. In der Schaltung als „Band“wellenmesser mit einem zu dem kleinen Abstimmkondensator parallelgeschalteten größeren Blockkondensator kann er schon für etwas genauere Frequenzbestimmungen dienen. Für Frequenzen im 56 MHz-Bereich ist zweckmäßig, eine Kupferrohrspule von einer Windung (versilbert) von etwa 6—8 cm Durchmesser zu verwenden. Fester und veränderlicher Kondensator sind so abzugleichen, daß der gewünschte Frequenzbereich auf einen möglichst großen Abschnitt der Skala zu liegen kommt. Ein verlustfreier Aufbau der Kondensator- und Spulhalterungen ist im Interesse einer guten Resonanzscharfe von besonderer Wichtigkeit. Halbrunde Platten auf dem Rotor, gut gelagerte Rotorachse, ohne Feder Verbindung, gut und gleichmäßig geteilte Skala, möglichst mit Noniusablesung, gute Befestigung der Skala auf der Achse, sind im Interesse gleichmäßiger Meßergebnisse selbstverständlich. Die Eichung dieser einfachen und handlichen Absorptionskreise geschieht am besten so, daß man sie sehr lose mit dem schwingenden Empfänger koppelt, gleichzeitig einen Röhrenwellenmesser schwingen läßt und die Resonanzstellung an einem hochempfindlichen Meßinstrument im Anodenkreis des Empfängeraudions feststellt. Da ein hochempfindliches Meßinstrument nicht ohne weiteres in den Anodenkreis des Audions geschaltet werden kann, ist es durch einen richtig bemessenen Gegenstrom zu kompensieren. Die nachstehende Schaltung (Abb. 1) zeigt die

faches Umlegen des Hebels jederzeit mit der Audionspannung zusammen eingeschaltet werden. Schon bei ganz loser Kopplung kann man an dem Ausschlag des Instruments die Spitze der Resonanzkurve feststellen, ohne daß sich dabei die Tonhöhe des eingestellten Überlagerungstones zwischen Empfänger und Röhrenwellenmesser wesentlich ändert. Diese Methode ist schon bei

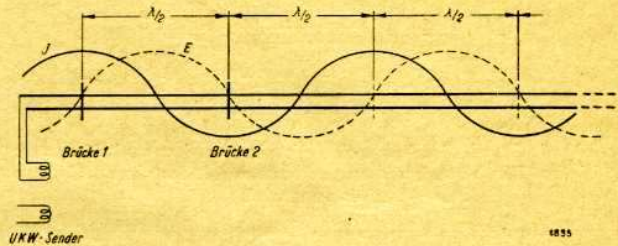


Abb. 2

der Eichung von Kurzwellen-Absorptionskreisen, noch mehr aber bei solchen für das UKW-Gebiet empfehlenswert, da die Methode der vollständigen Absorption bis zum Aussetzen der Schwingung viel zu ungenau ist.

Im Gebiet der Wellenlängen unter etwa 4 m gewinnt eine weitere Absorptionsmethode — das Lecherdraht-System — immer mehr an Bedeutung. Nach dem Schema Abb. 2 werden zwei in geringer Entfernung nebeneinander straff ausgespannte Drähte mit Hilfe einer an einer Seite angeschlossenen Kopplungsschleife lose mit dem zu messenden Schwinggerät gekoppelt. Auf den Drähten sind eine oder mehrere Brücken verschiebbar angeordnet. Die Brücken sind zweckmäßig aus einem Metallblech herzustellen, das im Abstand der Drähte zwei Löcher von Drahtdurchmesser besitzt und sich auf den Drähten gerade gut verschieben läßt. Die Länge des ausgespannten Lecherdraht-Systems soll stets ein Mehrfaches der halben Wellenlänge (mindestens 4- bis 5mal) betragen. Verschiebt man die metallische Brücke auf dem Drahtsystem, so kann man am Anodenkreis, besser noch am Gittermilliamperemeter, Ausschläge beobachten, die jeweils eintreten, wenn die Brücke auf  $\lambda/2$  oder ein Mehrfaches davon steht. Man reguliert zweckmäßig eine Brücke möglichst genau ein und verschiebt die zweite so lange, bis ein neuer am Gitterinstrument kenntlicher Resonanzpunkt entsteht. Hierbei ist besonderer Wert auf möglichst lose Kopplung des Lechersystems mit dem zu messenden Gerät und auf ein empfindliches Meßinstrument in der Anoden- oder besser Gitterleitung (evtl. Kompensationsmethode wie oben) zu legen. Dann werden die Resonanzeinstellungen der Brücke scharf und die mit dem Maßstab auszuführende Bestimmung der Länge  $\lambda/2$  genau. Ist das Lechersystem zu kurz für die zu messende Wellenlänge, so treten leicht am Ende des Drahtsystems Reflexionen auf, die evtl. kürzere Wellenlängen vortäuschen können. Man erkennt diese aber meistens an der unregelmäßigen Entfernung der einzelnen Resonanzpunkte auf dem Drahtsystem voneinander. Glühlämpchen an Stelle der Metallbrücken sind durch den größeren Energieentzug und die durch den Widerstand der Lämpchen bewirkte Resonanzunschärfe zur Wellenmessung ungeeignet. Im Bereich der Barkhausen-Kurz-Schwingungen wird das Lechersystem allgemein als Abstimmkreis für Gitter-, Anoden- und Heizleitungen zur Absperrung der Hochfrequenz nach den Leitungen zu benutzt. Diese Lechersysteme können dann auch zur Wellenmessung dienen. Da die Zuleitungen aber gegeneinander Spannungen führen, ist die Brücke als sogen. Kondensatorbrücke auszuführen (Beispiel s. Abb. 3).

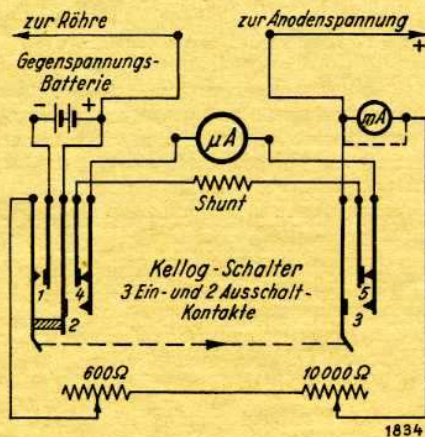


Abb. 1. Kontakte 1, 2 und 3 müssen zuerst schließen, Kontakte 4 und 5 sollen erst darauf öffnen

Anwendung eines Mikroamperemeters mit Kompensation und Einschaltung des Instruments über einen besonderen Vorkontakt. Der Vorkontakt dient dazu, daß das Instrument zuerst mit einem Nebenwiderstand in den Audionkreis des Empfängers geschaltet wird, um ein rohes Abgleichen der Kompensationswiderstände vorher zu ermöglichen, ehe die volle Empfindlichkeit, also das Instrument allein, benutzt wird. Ist das Instrument einmal richtig kompensiert, so kann es mit dem Kellogschalter durch ein-



Wie bereits gesagt, kann die Frequenzmessung im UKW-Bereich wie im KW-Bereich durch Abhören der Oberwellen eines Röhrenfrequenzmessers (Schaltungen siehe anderen Orts in diesem Heft, ferner im DASD-Handbuch und den Standardschaltungen) geschehen. Da die Genauigkeit dieser Methode aber sehr stark von den Fehlern der Grundschaltungen dieser Frequenzmesser abhängt, ist es sehr erwünscht, daß feste Steuerquarze bzw. Meßquarze

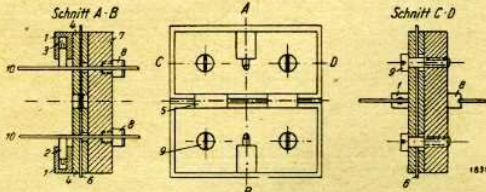


Abb. 3. Durch die Folien sind die obere vordere und die untere hintere Platte sowie die untere vordere mit der oberen hinteren Platte verbunden

Pos	Stück	Material	Maß	Pos	Stück	Material	Maß
1	2	Bürstenkäst.	8 × 8 3 ∅	6	2	Glimmer-Pl.	65 × 32 × 0,1
2	2	Kohlebürst.	10 lg. 3 ∅	7	1	Fatoran-Pl.	60 × 60 × 10
3	2	Stahlfedern	10 lg. 3 ∅	8	2	Führungsbuchs.	8 × 2 ∅
4	4	Messg.-Platt.	60 × 25 × 3	9	4	Flachk.-Schrub.	4 ∅ 17 lg.
5	2	Cu-Folien	0.05	10	2	Lecher-Drähte	2 ∅

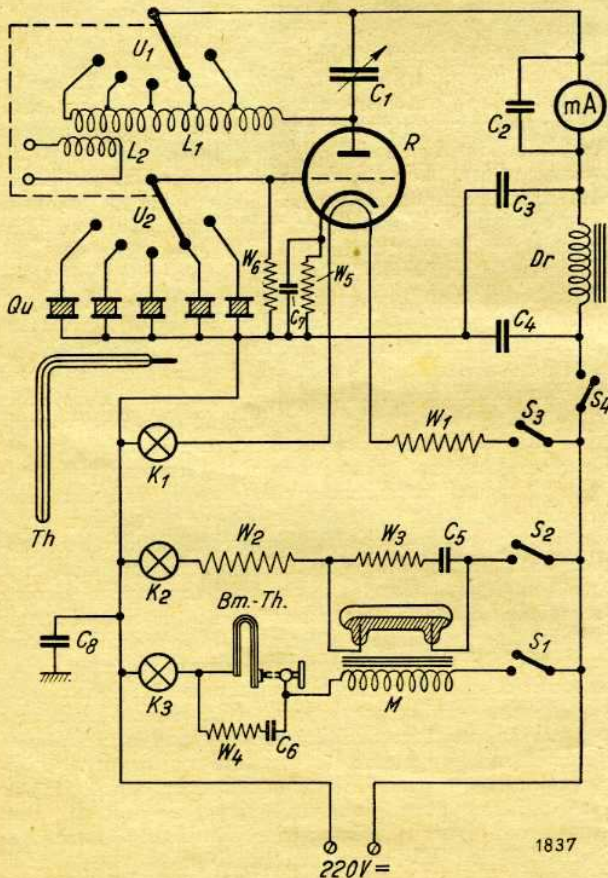


Abb. 4. Quarz-Thermostat

zur Herstellung der Grundwellen dienen. Wegen der mit höherer Oberwelle immer größer werdenden Fehler kann für genaue Messungen schon die Anwendung eines Quarz-Thermostaten erforderlich werden (Abb. 4). Der Quarz ist so gering als möglich zu belasten, damit die entstehende Temperaturänderung klein bleibt und die Frequenzwanderung möglichst gering bleibt.

Da man durch die Methode der Frequenzmessung mit Quarzoberwellen an feste, im Abstand der Grundfrequenz voneinander liegende Oberwellen gebunden ist, ist besonders zur Ausmessung schmaler Frequenzbereiche die anderen Orts in diesem Heft beschriebene Frequenzdivisorschaltung von Nutzen. Diese gibt zwischen zwei Oberwellen, je nach Ausführung der Schaltung, eine beliebige Anzahl von Zwischenwellen, die quasi-quarzgesteuert sind.

Für die Wellenlängenmessung im UKW-Bereich sei noch folgendes praktisches Beispiel unter Verwendung eines normalen Röhrenfrequenzmessers genannt:

1. UKW-Empfänger auf die gewünschte zu messende Stellung einregulieren.
2. Frequenzmesser vom Skalenwert 0 langsam heraufregulieren und im Empfänger beobachten, bis die erste Harmonische gehört wird. Skalenwert notieren.
3. Frequenzmesser langsam bis zur nächsten Harmonischen weiterregulieren, wieder Skalenablesung notieren usw.
4. Auf diese Weise möglichst viele Harmonische in einer Tabelle (wie unten) notieren, aus der Differenz die am Empfänger eingestellte Wellenlänge feststellen und aus der großen Anzahl der Einzelergebnisse das arithmetische Mittel ziehen.

Frequ.-Messor C o	Frequ.-Messor kHz	Frequ.-Messor λ	Differenz
27	2015	148,9	
72	1945	154,2	5,3
99	1885	159,2	5,0
119,5	1825	164,4	5,2
136	1770	169,5	5,1
149,5	1715	174,9	5,4
162	1665	180,2	5,3
173,5	1615	185,8	6,6

Arithmetisches Mittel = 5,27

Dies ist der am Empfänger eingestellte Wellenlängenwert. Diese Methode ist bequem und leicht anwendbar, aber mit den bereits obengenannten Fehlern behaftet und daher für genauere Messungen nicht besonders geeignet.

Es sei zum Schlusse noch bemerkt, daß man zwar durch möglichst genaue Ablesung der Frequenzmesserskala (etwa mit Hilfe eines Ablesefernrohres und einer einstellbaren, vor dem Okular angebrachten Teilung, die als Nonius dient) die Genauigkeit der „Ablesung“ unterstützen kann, daß aber die letzten Endes erzielbare Genauigkeit auch wesentlich von der gewählten Meßmethode, von der Konstanz der Vergleichsfrequenz usw. abhängig ist. Eine hohe Ablesegenauigkeit hat also nur Sinn, wenn die übrigen, den Fehler bestimmenden Anordnungen ebenfalls auf einen ähnlichen Genauigkeitsgrad gebracht werden können. Andererseits muß aber bei solchen Meßmethoden, die einer höheren Genauigkeit fähig sind, Wert darauf gelegt werden, daß auch entsprechende Ablesemethoden, Meßinstrumente und Hilfsvorrichtungen entwickelt werden, damit die Genauigkeit des Frequenzmessers ausgenutzt werden kann.

Zeichnungen vom Verfasser





RIEMER

16.-25. AUGUST

# 12. Große Deutsche Rundfunkausstellung Berlin 1935

**Funkturmhallen** Täglich von 9<sup>30</sup> bis 20 Uhr

**Der Volkssender / Der Hörer sendet / Fernsehen**  
Täglich Nachmittagskonzerte und Abenddarbietungen  
der Reichsfender

Für Ausstellungsbesucher freier Eintritt zu den täglichen  
Sendedarbietungen 20 Uhr in Halle 1, soweit Platz verfügbar  
Eintritt RM 1,— Jugendliche RM 0,50

Die Besucher der 12. Gr. Deutschen Rundfunkausstellung können gleich-  
zeitig die auf dem gleichen Gelände befindliche Freiland-Blumenschau

**Sommerblumen am Funkturm**

zum ermäßigten Preis besichtigen



- K.-W.-Bandempfänger, all-ac, absolut brumfrei (Stabilisator), 1-V-1, neu, betriebsfertig für 20/40/80 m mit Röhren RM. 260.—
- 1 Ladegleichrichter Körting, Type BGC, neu, bis 12 Zellen, 1,5 Amp., m. neuen Röhren u. kleiner Ladetafel RM. 30.—
- 1 Morseübungsgerät (Röhrensumme) mit Röhre und 1 Kopfhörer RM. 6.—
- 1 Netzschlußgerät o. Gehäuse, Alu-Frontplatte, 200V/15mA, Heizwechselstrom, mit neuer Röhre (RGN 1500) RM. 12.—
- 1 Verstärkerröhre Radio-Record DN254 (wie 904), neuwertig, mit Garantieschein RM. 3.—
- 1 Gleichrichterröhre desgl., R 204 (wie Rekrton R 220), originalverpackt RM. 4.—
- 1 REN 1004, gebraucht RM. 1.50

Porto und Verpackung besonders

**Berthold Prag**

DE1596/M, Dresden-N30, Wüllnerstr. 56

## Steuerquarze

jeder Größe und Ausführung, Genauigkeit der Frequenzangaben  $\pm 0,5\%$  Garantie für Einwegigkeit, höchste Steuerleistung und Belastbarkeit. Für Mitglieder des DASD e. V. Amateurquarze zu Sonderpreisen: 160 m- und 80 m-Band 7,50 RM, 40 m-Band 9,00 RM

**Quarzhalter** hierzu. Ganz geschlossen! In jeder Lage einwandfreies Arbeiten. Größte Konstanz der Welle! Kein Zuschlag für das Haltern der Quarze. 4,50 RM

**Frequenznormalien** genau 100 kHz zur Eichung und Kontrolle der Wellenmesser. Fertig in Spezialhalter eingebaut! 22,50 RM. Sämtlichen Artikeln liegen Gebrauchsanweisungen und Schaltungsbeispiele bei. Machen Sie einen Versuch, und auch Sie sind mehr als zufrieden! **Verlangen Sie unverbindlich unsere Preislisten!**

**Eichungen von Frequenzmessern aller Art** werden von uns mit größter Genauigkeit ausgeführt!

**Laboratorium für Piezoelektrizität und Hochfrequenztechnik**  
Wolfgang Abmann, Burscheid bei Köln, Hindenburgstraße 92  
Postcheckkonto Köln Nr. 462 19

Kaufen Sie nur **Qualität!**

**Fabelhafte Morsetaste** (w. gr. Postmodell) auf schw. Schieferpl. 7,10. Wabblor für höchstes Tempo 4.—, **Pertinaxplatten**, jede Größe 3.—/kg. **Weichselinstrumente**, gutes Meßwerk, formsch. Äußere, Ein- und Aufbau 4,50. **Netztransformatoren** pr. 110/125/220 sek.  $2 \times 530$  V. 75 mA u. 3 4 V.—H.W.11.— für 354 3,40, f. 504 4,10, f. 1054 50 mA 4,90, 75 mA 6.—. **Mit Lötsteife**. Trafos baue ich für jeden OM nach Wunsch. **Erstklassige Ausführung!** **Restposten von Bauteilen für o-v-2.** Näh. CQ—MB Nr. 6. Fotos u. Schaltkizze auf Wunsch! Pa. Einzelteile! **Ein allseitiger Wunsch erfüllt sich!** Kaufgesuche, Verkaufsangebote, Tauschanzeigen lassen Sie in meine CQ—MB-Annoncen aufnehmen. Geringe Unkosten. Ausführliche Bedingungen anfragen!

**Herbert Queck,**  
DE 757/M, Dresden A 24,  
Strehlener Straße 71.



# RADIO-EINZELTEILE

Keramische Kondensatoren, Block- und Elektrolyt-Kondensatoren, Drehkondensatoren, Potentiometer, Widerstände, Trimmerkondensatoren u.s.f.

**NÜRNBERGER SCHRAUBENFABRIK UND FACONDREHEREI, NÜRNBERG**

## Wellenmesser

nach Dr. Rohde

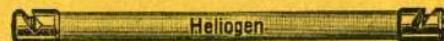
Bereich: 5—2000 m

In Vorbereitung:

Amateurbandwellenmesser  
Ultrakurzwellenmesser  
von 3 bis 10 m

**Dr. Steeg & Reuter**  
Gegründet 1855 **Bad Homburg**

### CALIT-Antennenspreizer

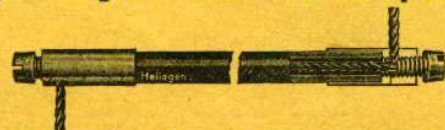


Nr. 15 710—25

**CALIT-Isolierkörper**, mit praktischen geschlitzten Schraubanschlüssen. Für Dipol-Antennen (Lecher-Systeme) hervorragend geeignet. Von 100—250 mm Länge.

Nr. 15 710	1 mm lang	RM	—,40
Nr. 15 715	15 „ „	„	—,60
Nr. 15 720	20 „ „	„	—,80
Nr. 15 725	25 „ „	„	1,—

### „Durchgetz“-CALIT-Durchführung



Nr. 15 915—925

Hohle **CALIT-Röhre** von 7 mm Durchm. mit Schraubanschlüssen an den Enden. Die Litze läuft unzerschnitten durch zum Empfänger und ist doch hochisoliert. Keine Wackelkontakte, keine Störungen durch Oxydation! Von

150 mm Länge	Nr. 15 915	RM	—,73
200 „ „	Nr. 15 920	„	—,95
250 „ „	Nr. 15 925	„	1,15

Flugblatt über weitere K. W.-Teile bereitwilligst.

**Heliogen**

**Bad Blankenburg**  
(Thüringer Wald)

