

Funkschau 3 Detektorempfang 1947

Funkschau-Verlag Oscar Angerer Stuttgart - S

# Funkschau

## Sonderdruck

3

### Zeitgemäßer Detektorempfang

Berechnung, Bau und Messung  
von Detektorempfängern

Von

Ingenieur Herbert G. Mende

Mit 55 Bildern im Text  
und auf einer großen Empfängertabelle



# **Zeitgemäßer Detektorempfang**

**Berechnung, Bau und Messung  
von Detektorempfängern**

Von

**Ingenieur Herbert G. Mende**

**Mit 55 Bildern im Text  
und auf einer großen Empfängertabelle**



**Herausgegeben vom Funkwerk-Laboratorium**

# Inhaltsverzeichnis

Im Anfang war der Detektorempfänger .....	3
Zunächst: Detektorempfang ist eine Wissenschaft .....	3
Die Antenne .....	4
Die Spule .....	5
Der Kondensator .....	6
Der Schwingkreis .....	7
Der Detektor .....	8
Die Schaltungen .....	10
Bedingungen für guten Detektorempfang .....	12
Detektorempfänger — aus dem Vollen geschöpft .....	12
Die Einzelteile .....	12
Detektorempfänger — aus dem Nichts .....	13
Antenne .....	14
Erde .....	14
Schaltung .....	14
Bauelemente .....	15
Spulenbau .....	15
Kondensatoren .....	17
Detektorbau .....	17
Kopfhörer .....	18
Bedienung und Empfang .....	19
Moderne Detektorempfänger .....	19
Anhang. Die wichtigsten Meßschaltungen .....	20

Tabelle der Beispiele käuflicher Detektorempfänger

am Schluß des Heftes

1947

Auslieferung:

FUNKWERK-Vertrieb Wilhelm Wolf, Potsdam, Seestraße 43

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei, München 2, Luisenstraße 17

G.-2889

### Im Anfang war der Detektorempfänger

Zu einer Zeit, als es noch keine Röhren gab, war er der Empfänger schlechthin. In wirtschaftlichen Notjahren wurde er das Gerät des Arbeitslosen oder des jungen Bastlers, das neben seiner Billigkeit und Unabhängigkeit von äußeren Stromquellen eine unerreichte Klangreinheit aufwies. Später wurde er durch die verschiedenen kleinen Einkreis-Röhrenempfänger verdrängt und geriet in Vergessenheit.

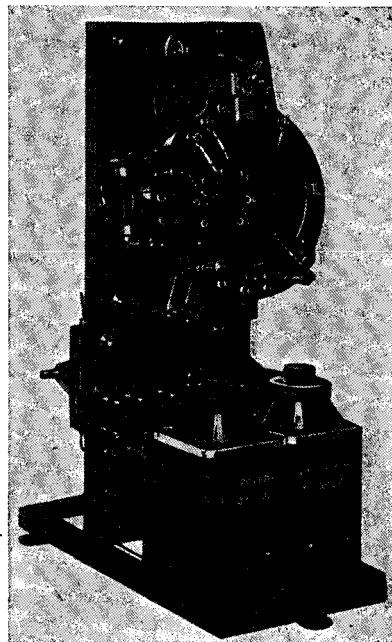
Heute sind in erster Linie drei Gründe dafür maßgebend, daß sich das Interesse wieder dem Detektorempfang zuwendet:

1. die durch wirtschaftliche Kriegsmaßnahmen eingeleitete und durch Kriegsschäden verschlimmerte Röhrenverknappung, die trotz Wiederanlaufens einiger Röhrenserien wohl noch geraume Zeit anhalten dürfte, so daß die wegen Röhrenmangels stillgelegten Empfänger weiterhin brachliegen;
2. der Mangel an neuen Geräten, der ebenfalls noch lange Zeit bemerkbar sein wird, weil die jetzt neu aufgenommene Fabrikation naturgemäß noch nicht die Vorkriegsproduktionszahlen erreichen kann, die Nachfrage aber wesentlich größer ist;
3. die behördlicherseits als unerläßlich bezeichneten bzw. aus wirtschaftlichen Gründen freiwillig übernommenen Stromsparmaßnahmen.

### Zunächst: Detektorempfang ist eine Wissenschaft

Man sehe sich nur einen der ersten Detektorempfänger an, um zu erkennen, wieviel Mühe die damalige Industrie zu ihrem Bau aufwendete (*Bild 1*). Allerdings gelang es den Ingenieuren jener Pionierzeit auch, mit diesen Geräten Tausende von Kilometern zu überbrücken. Obgleich diese Empfangsleistungen heute aus anderen Gründen rein physikalisch kaum mehr erreicht werden dürften, lohnt es sich doch, vor dem Bau eines Detektorempfängers einige theoretische Gedanken zu wälzen. Denn die seit jener Zeit gemachten Erfahrungen, die zu dem ungeahnt hohen Stand der Hochfrequenztechnik führten, erlauben es uns, kritisch zu prüfen, wo wir vernachlässigen dürfen.

Das ist übrigens gerade die Kunst beim modernen Empfängerbau, billige, haarsträubend präzisionslos aufgebaute und dabei doch selbst auf höchsten Frequenzen leistungsfähige Geräte bauen zu



*Bild 1. Detektorempfänger  
aus der Zeit vor 25 Jahren*



können, weil über der ganzen Entwicklung, Konstruktion und Fertigung der Leitgedanke schwebt: „Wo dürfen wir vernachlässigen, wo also hat höhere Präzision keinen Sinn, und auf welche Teile allein kommt es an?“

Im vorliegenden Fall wird man sich zunächst die Aufgabenstellung klarmachen, um daraus die Grenzen der möglichen Vernachlässigungen zu erkennen: Die erforderliche Niederfrequenzspannung muß aus der vorhandenen Hochfrequenzenergie gewonnen werden, da ohne die hier unerwünschte oder unmögliche Fremd-Energiezufuhr und einen entsprechenden Röhrenaufwand keine Vor- (Hf-) oder Nach- (Nf-) Verstärkung möglich ist. Es heißt also, die am Empfangsort anfallende Senderfeldstärke in einem möglichst hohen Maße auszunutzen.

### Die Antenne

Folglich muß unser Empfänger eine Antenne haben, die in das elektromagnetische Feld des Senders hineinragt.

Im Gegensatz zur Rahmenantenne, die auf den magnetischen Vektor anspricht, empfangen wir mit einer üblichen offenen Antenne hauptsächlich den elektrischen Vektor dieses Feldes, dessen Stärke  $E$  am Empfangsort um so höher sein wird, je stärker und näher der Sender ist.

$$(1) \quad E \approx \frac{300 \sqrt{N_{Se}}}{r} \quad [\text{V/m}] \quad \begin{array}{l} r = \text{Entfernung des Senders in km} \\ N_{Se} = \text{Senderleistung in kW} \end{array}$$

Die Feldstärke  $E$  des Senders verursacht nun zwischen Antenne und Erde einen Spannungsabfall  $U$ , der zunächst (s.u.) um so höher ist, je höher die Antenne über der Erdoberfläche (einschl. Bäumen, Dächern und Hauswänden) hängt, kurz: je größer ihre wirksame Höhe  $h_w$  über Erde ist:

$$(2) \quad U = E \cdot h_w \quad [\text{V}]$$

Die wirksame Antennenhöhe beträgt bei einem unbeschwerten, senkrechten geraden Antennendraht etwa  $\frac{2}{3}$ , bei T- und L-Antennen fast  $\frac{1}{2}$  der tatsächlichen Höhe.

Der aus der Empfangsspannung resultierende Strom in der Antenne ist nun:

$$(3) \quad J = \frac{U}{R_a + R_s} \quad [\text{A}]$$

wenn  $R_a = R_v$  (Verluste, Isolationswiderstand, Erdungswiderstand) +  $R_N$  (Nutzwiderstand des Eingangskreises) und  $R_s$  der Strahlungswiderstand der Empfangsantenne ist:

$$(4) \quad R_s = 160 \pi^2 \left(\frac{1}{\lambda}\right)^2 \quad [\Omega] \quad \begin{array}{l} \lambda = \text{Eigenwelle der Antenne} \\ l = \text{Antennenlänge (entspricht} \\ \text{meist der wirksamen Höhe)} \end{array}$$

Hieraus erkennt man, daß für maximalen Strom bzw. Spannung  $R_a = R_s$  gemacht werden muß. Das bedeutet andererseits, daß mindestens 50 % der gesamten Empfangsenergie durch Erregung der Antenne wieder abgestrahlt werden, so daß der Wirkungsgrad einer Antenne günstigstenfalls 50 % beträgt (Vergl. die Formeln (17) bis (21)).

Sehr wichtig ist nun, daß man den Empfänger an die Stelle zwischen Antenne und Erde legt, an der sich bei Abstimmung ein Strommaximum einstellt. Daher schaltet man den Empfänger üblicherweise am Fußpunkt der (kurzen) Antenne ein, vorausgesetzt, daß dieser geerdet wird, weil sich sonst gerade dort ein Spannungsbauch befinden würde. Damit ist auch sofort klar, warum die zugehörige Erdleitung möglichst verlustfrei, mit großem Querschnitt und kleinsten Übergangswiderständen sein soll: um nämlich die wegen des Strommaximums besonders hohen Spannungsabfälle (die als Verluste dem Empfänger verlorengehen) möglichst klein zu halten!

Der Empfangsstrom, dessen Maximum erzielt werden soll, beträgt:

$$(5) \quad J = \frac{E \cdot l}{R_a + 160 \pi^2 \left(\frac{1}{\lambda}\right)^2} \quad [\text{A}]$$

und für  $R_a \rightarrow 0$ :

$$(6) \quad J_{\max} = \frac{1}{160 \pi^2} \cdot \frac{\lambda^2}{l} \cdot E \quad [\text{A}]$$

Hieraus resultiert, daß bei zunehmender Antennenlänge der Antennenstrom sinkt! (Der Grund dafür ist, daß bei kurzen Wellen und langen Antennen beträchtliche Abstrahlungen auftreten.)

Da  $R_a$  aber niemals 0 werden kann bzw. soll (denn er enthält ja auch den Nutzwiderstand), soll diese Formel hier nur zeigen, daß

über eine gewisse Grenze hinaus eine Vergrößerung der Antenne sinnlos ist.

Die günstigste Antennenlänge ist dagegen ungefähr:

$$(7) \quad l_{\text{opt}} \approx \frac{\lambda \sqrt{R_a}}{56,4} \quad [\text{m}]$$

In der Praxis wählt man die Länge einer L-Antenne zu etwa  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{4}$  der kürzesten zu empfangenden Wellenlänge, während eine T-Antenne noch länger werden kann. Bei Fehlen einer entsprechenden Strecke kann man diese Länge auf eine zweidrähtige Antenne mit einem Drahtabstand von 0,5 bis 1,5 m aufteilen.

Die von der Antenne gelieferte Hf-Energie muß nun möglichst ohne Verluste an den Empfänger gebracht werden. Das bedeutet: Antenne und Antennenableitung gut isolieren und großen Abstand von Erde, Hauswand usw. einhalten. Erdungsschalter bzw. Blitzschutz können auch Verluste bringen und müssen daraufhin geprüft werden. Keine Abschirmung verwenden, denn (abgesehen von angepaßten Antennen): auch das beste Abschirmkabel stellt eine kapazitive Belastung der Antenne dar — einen Kondensator, der wertvolle Senderenergie zur Erde ableitet. Überdies ist auch eine Abschirmung überflüssig, weil unser Empfänger zur Aufnahme des großstädtischen Störnebels zu unempfindlich ist und sehr starke Störer ohnehin von der Antenne empfangen werden dürften.

Wie bei jedem anderen Rundfunkempfänger stößt die Antennenenergie einen Schwingungskreis an, der auf die Wellenlänge oder genauer auf die Frequenz des Senders abgestimmt werden muß. Dabei wird diese Energie zu einem Teil verbraucht, um an den Enden des Kreises eine Hf-Spannung der eingestellten Frequenz zu erzielen und sie nach Gleichrichtung durch den Detektor dem Kopfhörer zuzuführen, zum anderen Teil durch unvermeidbare Verluste in den Abstimmitteln verzehrt. Diese Verluste muß man nun möglichst gering halten, denn die Hf-Spannung wird um so höher, je verlustfreier der Kreis ist. Da dieser aber immer aus Induktivität und Kapazität besteht, müssen beide Elemente möglichst verlustfrei gestaltet werden.

### Die Spule

hat zunächst um so geringere Verluste, je größer ihre Drahtoberfläche, je kleiner ihr Kupferwiderstand und je besser das Dielektrikum ihrer Isolation und ihres Körpers sind. Ersteres wird verständlich, wenn man sich daran erinnert, daß sich der Hf-Strom vorzugsweise auf der Oberfläche eines Drahtes und um so weniger in dessen Innerem fortbewegt, je höher seine Schwingungszahl ist (daher auch die dickdrahtigen Kurzwellenspulen). Um bei gegebenem Kupferquerschnitt eine möglichst große Drahtoberfläche zu erhalten, unterteilt man bekanntlich den Volldraht in viele kleine Einzeldrähte, die man — voneinander isoliert — zur Litze vereinigt. Das hat natürlich nur dann Sinn, wenn an beiden Seiten der Spulenwicklung sämtliche Einzeldrätchen sauber abisoliert<sup>1)</sup> zusammengefaßt werden. Anderenfalls wird der Vorteil der Litze durch Wirbelstromverluste illusorisch und Volldraht gleichen Querschnitts vorteilhafter.

Der Kupferwiderstand ist um so kleiner, je größer der Draht- oder Litzenquerschnitt ist und je günstiger die Spulenform hinsichtlich kleiner Drahtlänge gewählt werden kann (Würfelform).

Der dritte Punkt, das Dielektrikum der Spulendrahtisolation, des Träger- und Befestigungsmaterials, ist ebenfalls wichtig, denn es muß von den Kraftlinien der Spule durchsetzt werden, wobei seine Partikelchen im Takte der Hf „umgepolt“ werden müssen; diesem Vorgang (wie bei allen Zustandsänderungen in der Natur) setzen sie einen Widerstand entgegen, was zwangsläufig mit entsprechenden Energieverlusten verbunden ist. Während man diese Verluste durch geeignete Gestaltung des Spulenkörpers und richtige Wahl der Isolierstoffe (kleine Verlustfaktoren, s. Tab. I) gering halten kann, kann man die Kupferverluste der Wicklung noch dadurch herabsetzen, daß man den Kraftlinien der Spule einen möglichst guten Weg (Hf-Eisen, z. B. Ferrocart, Sirufer usw.) gibt und so durch Vergrößerung der Permeabilität die für die gleiche Induktivität erforderliche Windungszahl nebst ihrer Drahtlänge und ihrem Drahtwiderstand R herabsetzt. Die Spulengüte ergibt sich zu:

$$(8) \quad G = \frac{1}{d} = \frac{\omega L}{R_L} \quad [—]$$

L = Induktivität in H  
 $\omega = 2\pi f$   
 $R_L$  = Verlustwiderstand  
d = Dämpfung in %

<sup>1)</sup> vgl. Anhang, m)

und wird mit kleiner werdendem  $R_L$  (Gleichstromwiderstand) immer größer. Bei einer guten Spule soll sie mindestens 250 betragen. Der Einfluß der Spulenart geht neben den oben angestellten Überlegungen aus den Kurven in *Bild 2* hervor.

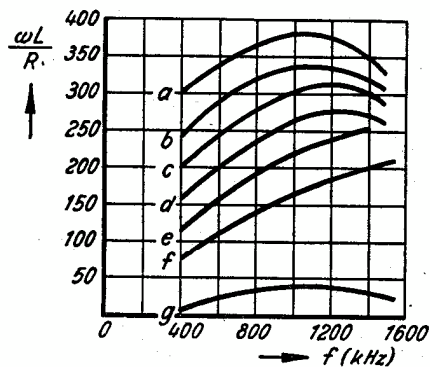


Bild 2. Spulengüte

für Mittelwellenspule  $L = 0,2 \text{ mH}$ , mit Litze  $20 \times 0,07 \text{ mm}$  gewickelt.

- a = Rollenkernspule,
- b = desgleichen, abgeschirmt,
- c = Luftspule mit 13 mm-Hf-Eisenkern,
- d = desgleichen, abgeschirmt,
- e = gute Luftspule,
- f = desgleichen, abgeschirmt,
- g = ältere Variometerspule.

Wir sehen auch hieraus, daß die Eisenkernspule unter sonst gleichen Bedingungen vorzuziehen ist. Läßt sich eine Eisenspule nicht beschaffen, so entsteht die Frage, ob bei einer Luftspule Voll- draht besser ist als Litze oder umgekehrt.

Man kann das berechnen:

Die Frequenz, von der ab Litze gegenüber Volldraht keine Ver- besserung mehr bringt, ist:

$$(9) \quad f_{\max} = \frac{250}{d^2 \sqrt{\frac{d}{a} \sqrt{n^3}}} [\text{Hz}] \quad \begin{array}{l} d = \text{Litzendraht-}\phi \text{ in mm} \\ a = \text{Ganghöhe der Litze} \\ n = \text{Anzahl der Litzendrähte} \end{array}$$

Man sieht also, daß es lediglich auf die Beschaffenheit der Litze ankommt und daß eine gegebene Litzensorte nur bis zu einer be- stimmten Frequenz Vorteile bietet. Darüber hinaus ist Volldraht günstiger. Die Kupferverluste ergeben sich dann aus dem Wirk- widerstand

$$(10) \quad R_{\text{Draht}} = 85 \cdot \frac{l}{d} \sqrt{f \cdot 10^{-6}} [\Omega]$$

des verwendeten Drahtes, wenn  $l$  die Drahtlänge in m,  $d$  der Draht- $\phi$  in mm und  $f$  die Frequenz in Hz ist.

Bei Zylinderspulen aus Volldraht gibt es für jede Drahtstärke (2 r) einen bezüglich der Verlustfreiheit optimalen Windungsabstand von 2,4 r.

Hinsichtlich der Berechnung des L-Wertes und der übrigen Spulen- daten siehe die Formeln (25) bis (29). Um die dielektrischen Ver- luste möglichst gering zu halten, müssen nach *Tabelle I* Isolier- stoffe mit möglichst kleinem Verlustwinkel gewählt werden.

### Der Kondensator

Gleiche Überlegungen hinsichtlich der Verluste müssen wir für den Kondensator des Schwingungskreises anstellen. Hier bestimmt nur die Güte des Dielektrikums die Größe der Leistungsverluste:

$$(11) \quad N_{\text{verl}} = U^2_{\text{eff}} \cdot \frac{\omega C}{\text{tg} \delta} [\text{Watt}] \quad \begin{array}{l} \omega = 2\pi f; f \text{ in Hz} \\ C = \text{Kapazität in Farad} \\ \text{tg} \delta = \text{Verlustwinkel, siehe Tabelle I} \\ U = \text{Spannung am Kondensator} \end{array}$$

Der Verlustwiderstand des Kondensators beträgt

$$(12) \quad R_C = \frac{\text{tg} \delta}{\omega C} [\Omega]$$

Aus *Tabelle I* entnehmen wir, daß auch für den Kondensator die Luft das geeignetste Dielektrikum darstellt. Natürlich nützt das schönste Luftdielektrikum nichts, wenn die Isolierteile, welche die beiden Belege des Kondensators halten, aus wesentlich schlechte- ren Isolierstoffen bestehen und womöglich einen Ohmschen Wider-

**Tabelle I**  
**Eigenschaften von Isolierstoffen**

Dielektrikum	$\text{tg}\delta \times 10^{-4}$ bei 1000 kHz	Dielektrizitäts- konstante
Luft .....	0	1
Glimmer .....	1,7	4...8
Quarzglas .....	1,8	3,5...4,2
Trolitul .....	3,9	2,2
Paraffin .....	3...9	1,7...2,3
Steatit .....	20	6,4
Glas .....	35...75	5...12
Hartgummi .....	60...80	2...3,5
Porzellan .....	150	5...6,7
Preßspan .....	150...300	3,4
Pertinax .....	230...270	4...5,4

stand in der Größenordnung des Resonanzwiderstandes des Kreises oder darunter darstellen. Die Größe des Kondensators und seine Konstruktion finden wir aus den Formeln (30) und (31).

### Der Schwingkreis

Spule und Kondensator ergeben den Schwingkreis, dessen Güte sich aus Spulengüte und Verlustfaktor des Kondensators wie folgt errechnet:

$$(13) \quad G_{\text{Kreis}} = \frac{\omega L}{R_C + R_L} \quad [-]$$

$R_C$  = Verlustwiderstand des Kondensators nach Formel (12)  
 $R_L$  = Verlustwiderstand der Spule (entspr. dem Gleichstromwiderstand).

Wie außerordentlich groß der Einfluß des Kondensator-Verlustwinkels auf die Kreisgüte ist, erhellt aus den Kurven Bild 3.

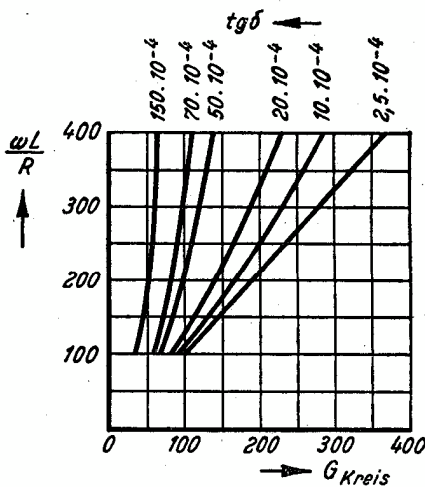


Bild 3. Die Kreisgüte in Abhängigkeit von  $\frac{\omega L}{R}$  für verschiedene Größen des Verlustwinkels.

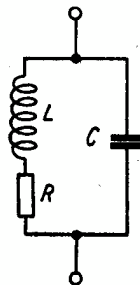


Bild 4. Schwingkreis-Schaltung mit L, C und R.

Um eine möglichst hohe Hf-Spannung am Kreis zu bekommen, müssen wir außer Berücksichtigung der weiter unten besprochenen Ankopplungsbedingungen danach trachten, seine Resonanzschärfe  $q$  möglichst groß, seine Dämpfung folglich möglichst klein<sup>2)</sup> zu halten. Für einen Kreis nach Bild 4 ist:

$$(14) \quad q = \frac{1}{R_L} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad [-]$$

Daraus ist ersichtlich, daß, wie schon oben bei der Besprechung der Spule gefordert,  $R_L$  möglichst klein sein soll und daß ferner ein großes  $L/C$ -Verhältnis günstig ist. Die Grenze wird hier durch

<sup>2)</sup> Die Gefahr der Benachteiligung hoher Töne durch zu geringe Dämpfung des Kreises dürfte in unserem Fall praktisch kaum auftreten.



das maximal notwendige Abstimm-C bestimmt. Mit der Resonanzschärfe wird auch die Trennschärfe höher, die sich bekanntlich aus dem Verhältnis

Resonanzwiderstand des Kreises für den eingestellten Sender

Wechselstromwiderstand des Kreises für den Nachbarsender

ergibt. Das erleichtert nicht nur den Fernempfang, sondern trägt besonders zur Ausschaltung von Störsendern ohne Sperrkreis bei. Die am Kreis stehende und im Takte der Sendermodulation wechselnd große Hf-Spannung muß nun gleichgerichtet (demoduliert) werden.

### Der Detektor

Das besorgt mehr oder weniger gut der Detektor. Er ist das Herz unseres Empfängers und ihm müssen wir besondere Beachtung schenken. Detektoren gibt es (oder vielmehr, gab es) in einer unerschöpflichen Vielzahl. Da die Leistungsunterschiede, gehörmäßig beurteilt, nur gering sind und objektive Leistungsvergleiche einen gewissen Meßaufwand (siehe Anhang) erfordern, ist die Wahl des richtigen Detektors schon ein kleines Problem. Es ist auch an dieser Stelle unmöglich, hierzu auf die durchaus nicht restlos geklärte Theorie seiner Wirkungsweise einzugehen. Es soll daher nur das Wichtigste hierzu gesagt werden: Legt man an einen Detektor eine Spannung und mißt den hindurchfließenden Strom, so erhält man abweichend vom Ohmschen Gesetz eine Kennlinie nach Bild 5. Die Ursache hierfür, d. h. das Wesen der Detektor-

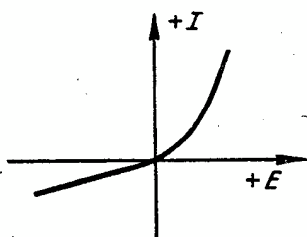


Bild 5. Detektor-Kennlinie.

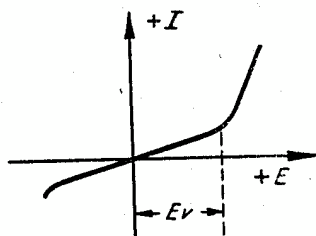


Bild 6. Detektoren mit einer solchen Kennlinie verlangen eine Vorspannung

gleichrichtung wird nach verschiedenen Theorien verschieden begründet:

1. durch Elektronenemission an der Kontaktstelle,
2. durch Elektrostriktion, wie bei allen Piezokristallen,
3. thermoelektrisch (Erwärmung der Kontaktstelle),
4. elektrolytisch (Feuchtigkeitshäutchen an der Kontaktstelle).

Von diesen Theorien haben die erste und zweite in Zusammenarbeit die größte Wahrscheinlichkeit. Für die Praxis aber ist folgender Gesichtspunkt wichtiger: Es muß offenbar stets eine besondere Grenzschicht, z. B. eine Oxydschicht, an der Kontaktstelle vorhanden sein — je dünner, desto wirksamer, während bei dicken Oxydschichten der höhere Übergangswiderstand die Gleichrichterwirkung vermindert.

Größte Empfindlichkeit ergibt sich erfahrungsgemäß an den Bruchkanten der Kristalle. Der Übergangswiderstand und mit ihm der Kennlinienverlauf des Detektors hängt auch von der Höhe des bekanntlich sehr kritischen Kontaktdruckes ab. Bei zu hohem Kontaktdruck (Kristall-Metallspitzendetektor) geht die in Bild 5 gezeigte Kennlinie in eine Gerade über und die Gleichrichterwirkung geht verloren.

Nach neueren Untersuchungen an Bleiglanzkristallen im Vakuum und in Gasen ist es für eine gute Detektorwirkung (Aktivierung) erforderlich, daß sich an der Oberfläche des kristallinen Gesteins die Schicht eines elektrisch nichtleitenden Gases anlagert, welches von der Kristalloberfläche absorbiert werden kann. Hierbei entsteht eine nichtleitende Grenzschicht, die von der aufgesetzten Metallspitze nicht durchstoßen wird bzw. werden darf (leichter Kontaktdruck!). Bei künstlichen Kristallen (aus Naturkristallen und Bindemittel gepreßte Tabletten) werden zur Verbesserung der Detektorwirkung vielfach kleine Mengen von Antimon oder Silber zugesetzt. Besonders empfindlich sollen Tabletten sein, bei denen die Zusatzmetalle durch Einleiten von Schwefelwasserstoffgas in Metallsalzlösungen chemisch rein gefällt und nach dem Pressen aus dem amorphen in kristallinen Zustand umgewandelt werden.

Für die praktische Wahl des Detektors möge *Tabelle II* eine Übersicht geben, die jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit stellt. Detektoren aus zwei Kristallen und solche mit Vorspannung brauchen weniger oft nachgestellt zu werden und erfordern in der Regel einen größeren Kontaktdruck, wobei sie jedoch meist weniger empfindlich sind als Kristall-Metallspitzensysteme. Wichtig ist in jedem Fall, daß die Kristalloberfläche frei von Verunreinigungen ist, daher die staubdichte Verkapselung der meisten Fabrikate.

Während Detektoren mit einer Kennlinie nach *Bild 5* ohne besondere Hilfsmittel verwendet werden können, empfiehlt es sich, bei Detektoren mit einer Kennlinie nach *Bild 6* eine Vorspannung der Größe  $E_v$  zu verwenden. Diese Detektoren sind meist gegen Erschütterungen unempfindlicher als solche ohne Vorspannung.

**Tabelle II**  
**Detektor-Kombinationen**

Kristall	Gegen- elektrode	Vorspannung	Eigenschaften
Zinkit $ZnO$ = Rotzinkerz = Perikon	Kupferkies Cu Fe S <sub>2</sub> Tellur Messing, Bronze	je nach Versuch ohne ohne	sehr empfindlich hohe Standzeit
Pyrit Fe S <sub>2</sub> = Schwefelkies	Bronze, Eisen, Gold	ohne	wie Telefunkens ED 149
Karborund	Stahl	1 Volt	hohe Standzeit
Silizium	Stahl Messing Tellur	Kritisch, z. B. 1,94 Volt	natürl. Kristalle ohne Kalziumver- unreinigungen sind sehr empfind- lich
Molybdän Mo S <sub>2</sub>	Kupfer Stahl, Bronze		
Anatase Ti O <sub>2</sub>	Metall		gute Empfindlich- keit
Blei-Schwefelblüte	Metall		Selbstbau hier be- schrieben
Bleiglanz PbS, natürl. u. künstl.	Grafit, Silber, Bronze		mittl. Empfindlich- keit, mechanisch robust
Zinnkies, Zinnstein	je nach Ver- such		
Aluminium	Tellur	je nach Ver- such	
Silberkupferglanz	je nach Ver- such		
Magnetkies	je nach Ver- such		
Kupferjodür CuJ (gepreßt. Pulver)	Kupfer, Alu- minium, Blei 0,1 ... 0,2 $\phi$		theoretisch sehr gut, kritische Ein- stellung
Eisen (Nagelkopf)	Grafit	ohne	hier beschrieben
alter Silitwider- stand z. B. 700 k $\Omega$ ) Sirutor	—	bis 100 Volt z. B. 0,3 Volt	Polarität beachten! Empfindlichkeit mit nur 1 Pille höher als beim Normaltyp
Westector (USA.)	—	je nach Ver- such	
Glimmdetektor (Dreielektroden- Glimmröhre)	—	200 Volt über 500 $\Omega$	in üblicher Dioden- schaltung: Steil- heit 20 mA/V, max. HF.-Span- nung: 100 Volt

In Fällen, in denen die Kennlinie unbekannt ist und aufgenommen werden soll, sei auf die Meßschaltung im Anhang hingewiesen.

### Die Schaltungen

Die Schaltung des Detektorempfängers setzt sich im wesentlichen aus dem Antennenkreis, dem Schwingkreis und dem Detektorkreis zusammen. Während die Wahl der Antennen- und Abstimmkreisschaltung vorwiegend von den örtlichen Empfangsverhältnissen und der verwendeten Antenne abhängig ist, muß zur Ankopplung der Antenne und zur Anschaltung des Detektorkreises einiges gesagt werden.

Entsprechend der oben aufgestellten Forderung, den Eingangswiderstand  $R_a$  des Empfängers dem Strahlungswiderstand der Antenne  $R_s$  anzupassen, spielt die Ankopplung des Empfängers an die Antenne eine große Rolle.

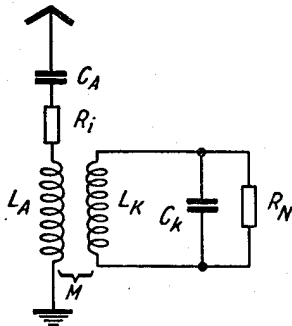


Bild 7. Theoretische Detektor-Empfangsschaltung

In Bild 7 ist  $L_A$  die Antennen-,  $L_K$  die Kreisinduktivität,  $C_A$  die Antennen-,  $C_K$  die gesamte Kreiskapazität,  $R_N$  der Nutzwiderstand der Schaltung und  $R_i$  der Innenwiderstand der als Generator aufgefaßten Antenne (= der Summe aus Strahlungs- und Verlustwiderstand). Dann ergibt sich für optimale Leistung in  $R_N$  als günstigste Gegeninduktivität.

$$(15) \quad M = \sqrt{\frac{R_i + R_N}{\omega^2}} \quad [\text{H}] \quad [\text{H}] \quad (\text{vgl. (28), S. 16})$$

Das ist streng genommen nur für die Frequenz  $\omega = 2\pi f$  gültig; zu bedenken ist dabei aber, daß eine Fehlanpassung von 100 % nur einen Leistungsverlust von 11 % hervorruft, so daß die Kopplung über einen gewissen Frequenzbereich günstig bleibt. Wenn man den Verlustwiderstand der Antenne (gegenüber dem Strahlungswiderstand) vernachlässigt und berücksichtigt, daß der transformierte Nutzwiderstand

$$(16) \quad R_N' = \frac{M^2}{L_K^2} \cdot R_N$$

in Serie mit dem Strahlungswiderstand liegt, erhält man für die von der Antenne aufgenommene Leistung

$$(17) \quad N_a = \frac{U^2}{R_s + R_N'}$$

für die im Empfänger umgesetzte Nutzleistung

$$(18) \quad N_N = \frac{U^2 \cdot R_N'}{(R_s + R_N')^2}$$

und für die von der Antenne wieder abgestrahlte Leistung

$$(19) \quad N_{sc} = N_a - N_N.$$

Man erkennt auch hieraus, daß eine Vergrößerung der Antennenhöhe nur bis zu dem Punkt nützlich ist, wo  $R_s = R_N'$  wird. Da die Antennenspannung entsprechend (2) proportional mit der Antennenhöhe, der Strahlungswiderstand hingegen entsprechend

$$(20) \quad R_s = 160\pi^2 \left( \frac{1}{\lambda} \right)^2 [\Omega]$$

mit dem Quadrat der Höhe wächst, kann bei loser Kopplung eine weitere Verlängerung der Antenne statt einer Verstärkung umgekehrt eine Schwächung der Empfangsenergie hervorrufen.

Bei Detektorempfängern, die über nur eine Spule verfügen, ist also die Wahl des Spulenabgriffs für die Antenne wichtig. Die Spule wird dadurch unterteilt, so daß der aus der Starkstromtechnik bekannte Spar- oder Autotransformator entsteht. Auch hier gelten die angegebenen Formeln.

Nun die Anschaltung des Detektorzweiges:

Nach Bild 8 liegt bei einfachen Detektorempfängern die Reihenschaltung von Detektor und Kopfhörer parallel zum Schwingkreis. Der Detektor kann nun — zumindestens während der Durchlässigkeitshalbwelle — als niederohmig gegenüber dem Resonanzwiderstand des Kreises angesehen werden. Der Kopfhörer weist üblicherweise einen Gleichstromwiderstand von 4000 Ohm und einen Wechselstromwiderstand bei 800 Hz von z. B. 16 kOhm auf, während sein Hf-Widerstand durch die Eigenkapazitäten seiner Spulen

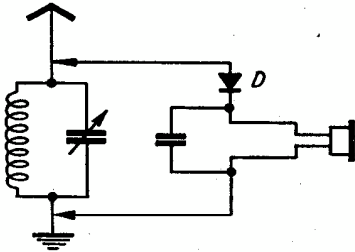


Bild 8.  
Anschaltung des Detektorzweiges

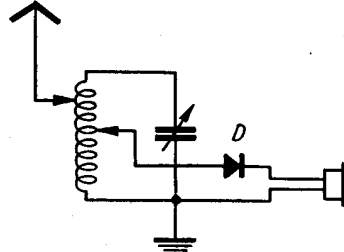


Bild 9. Detektorschaltung mit angezapfter Spule.

und des Systemaufbaues einschl. der Anschlußschnur ebenfalls nicht die Größenordnung des Kreisresonanzwiderstandes erreichen dürfte und üblicherweise auch noch für die für den Detektor bestimmte Hf kapazitiv überbrückt wird. Die Folge davon ist, daß der Schwingkreis mit seinem meist wesentlich höheren Resonanzwiderstand

$$(21) \quad R_{\text{res}} = \frac{R^2 + \omega^2 L^2}{R} \approx \frac{\omega^2 L^2}{R} = \frac{L}{C \cdot R}$$

während jeder ersten Halbwelle merklich und während jeder zweiten Halbwelle stark gedämpft wird. Wie man auch experimentell nachweisen kann, wird der Kreis wesentlich weniger gedämpft, seine Abstimmung gleichermaßen schärfer, wenn man den Detektorkreis entsprechend Bild 9 an eine Spulenzapfung von  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{5}$  der Gesamtwindungszahl legt. Grob geschätzt liegt bei richtiger Wahl des Anzapfungspunktes die zur Gleichrichtung verfügbare Hf-Spannung mindestens bei den gleichen Werten wie die sonst am vollen Kreis abgegriffene und durch Dämpfung herabgesetzte Spannung. Übrigens kann man meist ohne hörbaren Nachteil den Parallelkondensator zum Kopfhörer weglassen.

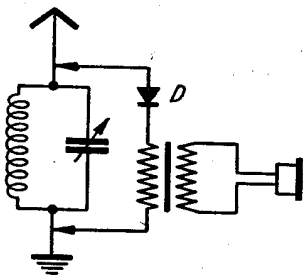


Bild 10. Detektorschaltung mit Anpassungs-Übertrager.

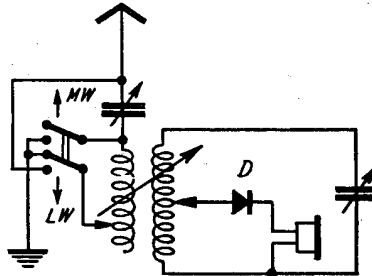


Bild 11. Schaltung mit veränderlicher Antennenkopplung und getrennter Kreis- und Antennenabstimmung.

Eine andere, mehr theoretische Möglichkeit, die Bedämpfung des Kreises durch den Kopfhörer zu verringern, ist die Verwendung eines Anpassungsübertragers nach Bild 10, dessen Primärseite an den Resonanzwiderstand des Kreises und dessen Sekundärseite an die Kopfhörerimpedanz angepaßt wird. Bei dieser Schaltung wird auch der Wirkungsgrad des Detektors besser, der nach Untersuchungen von Re y n e r erst bei äußeren Widerständen von über 100 kOhm ein Optimum erreicht. In der Praxis wird dieser Vorschlag an der schwierigen Konstruktion des Übertragers, die zumindest für den üblichen Rundfunkempfang in keinem Verhältnis zum Erfolg steht, scheitern. Im übrigen ergibt sich aus den hier angestellten Überlegungen, daß man zur Erzielung von Höchstleistungen eine Schaltung mit variabler Antennenkopplung und mit der Möglichkeit, neben der Kreisabstimmung auch die Antenne abzustimmen, wählen soll (s. Bild 11).

Nach diesen „wissenschaftlichen“ Erwägungen wollen wir nun zwei Grenzfälle der Praxis betrachten: den Bau eines Empfängers, für

den alle Teile zur Verfügung stehen, und eines solchen, bei dem nichts vorhanden ist. Zuvor stellen wir nochmals die wesentlichen Grundbedingungen für guten Detektorempfang auf:

#### Bedingungen für guten Detektorempfang

1. Die Antenne muß die beste sein, die sich unter den gegebenen Umständen überhaupt errichten läßt; sie soll keine abgeschirmte Ableitung bekommen und muß durch eine gute Erdleitung ergänzt werden.
2. Je einfacher die Schaltung ist, desto weniger verlustbehaftete Einzelteile können in Erscheinung treten.
3. Die Spulen müssen möglichst verlustarm sein. Besonderer Wert ist auf sauber ausgeführte Anzapfungen zu legen.
4. Der Abstimmkondensator soll Luftdielektrikum haben.
5. Die Resonanzschärfe des Schwingungskreises soll möglichst groß sein ( $L/C$ -Verhältnis).
6. Der Zeitaufwand für die Suche nach dem geeigneten Detektor macht sich immer bezahlt!
7. Die Empfangsleistung ist in erster Linie von den örtlichen Bedingungen abhängig — durch unermüdliche Versuche muß besonders bei Empfängern mit veränderlicher Kopplung das Empfangsoptimum von Fall zu Fall erarbeitet werden, wobei die in diesem Heft gegebenen Richtlinien lediglich die Grenzen und das Ziel der Experimente abstecken sollen.

#### Detektorempfänger — aus dem Vollen geschöpft

Entsprechend den oben aufgestellten Grundbedingungen werden wir zunächst eine gute Antenne errichten und eine muster-gültige Erdung herstellen. Bei der Wichtigkeit der Antenne sollte man keine Mühe scheuen, um unter Verwertung der hier herausgestellten Gesichtspunkte und nach einer Überschlagsrechnung zur Erzielung höchster Lautstärke einige praktische Versuche zu machen. Z. B. soll der Physiker Alvar Wilskar durch Verwendung zweier im Winkel von  $90^\circ$  zueinander verlaufenden Antennen große Reichweiten und Lautstärken mit einem Kristalldetektor erzielt haben. Danach werden wir mit viel Liebe und Sorgfalt den Schwingkreis zusammenstellen und aufbauen. Bei Beschränkung auf Ortsempfang genügt dabei für die ersten Versuche eine einfache lautstarke Schaltung nach *Bild 9*, die jedoch auch Fernempfang einzelner Sender ermöglichen wird. Für die Bemessung der Einzelteile treten außer den besprochenen Richtlinien keine neuen Gesichtspunkte auf. Da

$$(22) \quad \omega^2 LC = 1 \quad [Hz; H; F],$$

ergibt sich bei gegebener Frequenz  $f$  in Hz und damit (da  $\omega = 2\pi f$ ) gegebenen  $\omega$ , die Spuleninduktivität  $L$  für die Kapazität  $C$  in Farad aus

$$(23) \quad L = \frac{1}{\omega^2 C} [H] \quad \text{oder für die Praxis:}$$

$$(24) \quad L = \frac{25350}{f^2 \cdot C} [\mu H; MHz; pF]$$

Für übliche  $L$ -Werte von etwa 2 mH für Langwellenspulen und 0,2 mH für Mittelwellenspulen kann man zum Spulenbau die FUNK-SCHAU-Spulentabelle zugrundelegen.

Für raffinierten Fernempfang empfiehlt sich eine Schaltung nach *Bild 11*. Hier ist wesentlich, daß die Kopplung aus den oben angeführten Gründen veränderlich ist. Wigan d berichtete, daß er mit dieser Schaltung abends an einer 50 m langen Antenne neben dem Ortssender mindestens ein Dutzend Sender des Mittelwellenbereiches empfangen konnte. Zur Bereichumschaltung ist noch zu bemerken, daß bei den üblichen Verfahren der Spulenumschaltung Verluste (Dämpfung) durch tote Windungen usw. auftreten, die sich bei Bereichumschaltung nach *Bild 11* gut vermeiden lassen.

#### Die Einzelteile

Wer früher bastelte, wird in seinem Teilevorrat vielleicht noch verwendbare Teile vorfinden.

Während er nun die Steckspulen (75, 100, 150 Windungen) nach kurzer mechanischer und elektrischer Prüfung schon zu Empfangszwecken verwenden und evtl. durch Kochen in Paraffin noch verlustfreier machen kann, wird er einen alten Detektor erst einer Säuberung unterziehen müssen. Dafür gibt es mehrere Rezepte:



1. Stark „verwitterte“ Kristalle reinigt man durch Schütteln in Sand oder in hartnäckigen Fällen durch Eintauchen in Salpetersäure und anschließendes Abwaschen in Wasser.
2. Leicht verstaubte Kristalle werden mit einem fettfreien Pinsel oder einer sauberen weichen Bürste gesäubert.
3. Schmierige Staubschichten überzieht man mit einer Kollodium- oder Cohesanhaut, die man mitsamt der Staubschicht nach der Trocknung vorsichtig abzieht.

Nach der Reinigung darf die Kristalloberfläche nicht mehr mit den Fingern berührt werden; hat man es versehentlich doch getan, so hilft Nachreinigung mit einem in Alkohol oder Spiritus getauchten Wattebausch.

Die Metallspitze solcher alten Detektoren schneidet man neu ab, und zwar schräg, so daß sich eine Spitze mit möglichst kleiner Kontaktfläche ergibt.

Wigand empfiehlt als besten Detektor, den er je benutzt habe, einen Selbstbau aus zwei Bananensteckern, von denen der eine in einem Röhrenclip den Kristall trägt, während der andere ein Stückchen Antennenlitze hält, deren aufgetrodeltes Ende mit 5 bis 10 Drähtchen die Kristalloberfläche berührt.

Ein alter Drehkondensator (500 cm) wird einer gründlichen Reinigung, besonders seines Plattenzwischenraumes und der Isolationsstücke unterzogen, bevor er eingebaut wird. (Evtl. empfiehlt es sich, Isolationsringe usw. aus Hartpapier durch solche aus hochwertigeren Isolierstoffen zu ersetzen.)

Beim Kopfhörer tut manchmal eine Aufmagnetisierung Wunder. Ferner sollte man seine Anschlußschnur am Stecker wie am Systemende genau auf Wackelkontakte absuchen, um später ärgerliche Fehlersuche zu vermeiden. Bei dieser Gelegenheit sollte man den Membranabstand neu, d. h. auf größte Empfindlichkeit einstellen.

Anschließend folgt nunmehr die Bauanleitung für einen Detektorempfänger, der „aus dem Nichts“ geschaffen wird.

#### Detektorempfänger — aus dem Nichts

Es gibt Fälle, in denen auf wirklich einfachste Weise — gewissermaßen aus dem Nichts — ein Rundfunkempfänger gebaut werden soll, sei es, um neben dem vorhandenen Netzempfänger aus Stromersparnisgründen ein zweites Gerät zu besitzen, sei es aus Freude an der Basterei oder um überhaupt für den Notfall einen Empfänger zu haben, der ohne Röhren und ohne Stromquellen Empfang bringt. Der Detektorempfänger ist hierfür das Ideal. Auch für seinen Bau werden aber bestimmte Teile gebraucht, die heute nicht immer zur Verfügung stehen. Es wurde deshalb überlegt, wie man ein Detektorgerät bauen kann, ohne daß auch nur eine Schraube oder eine einzige Klemme vorhanden ist. Es geht, es geht sogar nicht einmal schlecht; ein solcher Empfänger bringt im Gegenteil recht brauchbaren Empfang. Daß man sich hierbei aber von allen Voraussetzungen lösen muß, die unsere Technik sonst macht, ist selbstverständlich. So entstand der nachstehend beschriebene, wirklich einfachste Detektorempfänger, dessen Bau in Wort und Bild erläutert werden soll. Es wird dabei jedoch kein Rezept bzw. keine Bauanleitung mit fest gegebenen Werten gebracht, um den Leser zu eigenen Versuchen gemäß den oben geschilderten Bedingungen zu bringen.

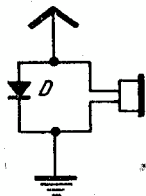


Bild 12. Einfachste Detektorschaltung ohne Spule und Kondensator.

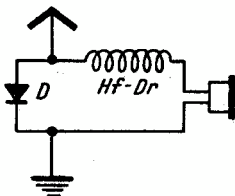


Bild 13. Einfache Detektorschaltung mit Hf-Drossel.

Unumgänglich notwendig ist Draht, den man sich von (auch „verbrannten“) Spulen, Drosseln und Transformatoren abwickeln kann, ferner möglichst auch ein Kopfhörer. Für den Fall, daß außer einem Taschenmesser oder einer Schere kein Werkzeug zur Verfügung steht, werden noch eine Schachtel Reißzwecken und einige Blechabfälle (von Taschenlampenbatterien oder Konservendosen) sowie ein paar Büroklammern benötigt.

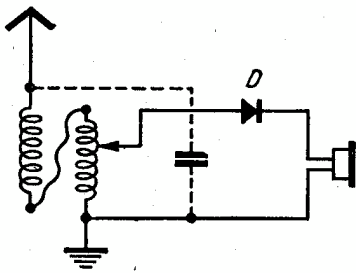


Bild 14. Die Schaltung unseres Detektorempfängers „aus dem Nichts“.

Jetzt setzt die Überlegung ein, wo man vernachlässigen und primitiv bauen darf. Wir wollen das Punkt für Punkt untersuchen.

### Antenne

Wir wollen eine möglichst gute Antenne bauen; je besser sie ist, desto eher dürfen wir an anderer Stelle Vernachlässigungen zulassen. Statt der üblichen Antennenlitze kann man auch Klingeldraht oder Binde- (Eisen-) Draht verwenden, statt der Porzellaneierketten solche aus Holzstäben und Bindfäden, wobei auf ausreichende Zugfestigkeit<sup>3)</sup> zu achten (Bild 15). Jedenfalls ist eine

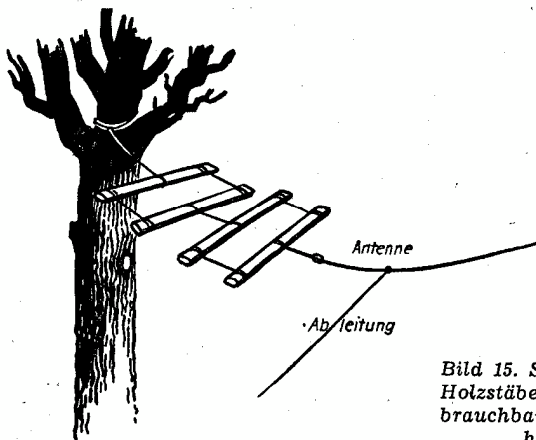


Bild 15. So kann man mit Holzstäben und Bindfäden brauchbare Isolierketten herstellen.

zwischen Haus und Baum aufgehängte 20—50 m lange Bindfaden-Eisendraht-Außenantenne besser als jede noch so schöne Behelfsantenne. Hf-mäßig können wir dabei ohne weiteres auf einen Blitzschutz verzichten (wenn wir keinen aufreiben können), aus Sicherheitsgründen aber auf keinen Fall. Wir müssen also sicherstellen, daß bei Gewittergefahr und unserer Abwesenheit die Antenne einwandfrei geerdet werden kann. Wenn es nicht anders geht, muß man eben die Zuleitung abnehmen und mit einer einwandfreien Erde (Gartenwasserleitung, Blitzableiter) metallisch sauber verbinden.

### Erde

Die Erdung wird sich immer in irgendeiner Form herstellen lassen, evtl. muß man die Blitzerde mit als Empfängererde verwenden. Die eigentliche Erdleitung braucht man nicht isoliert zu verlegen, sie kann also auch aus blankem Draht bestehen, soll aber in jedem Fall einen möglichst großen Querschnitt und keine scharfen Biegungen aufweisen.

### Schaltung

Je besser die Antenne ist, um so einfacher kann die Schaltung sein, und je weniger Einzelteile wir dadurch haben, desto weniger Verluste können sich summieren. Natürlich wird man zunächst eine möglichst einfache Schaltung versuchen, z.B. nach Bild 12. (FUNKSCHAU 1943, Heft 8—9, S. 80). Befriedigt diese einfache Anordnung nicht, so baut man versuchsweise nach Bild 13.

<sup>3)</sup> Zugkraft der Antenne:

$$H = \frac{g \cdot a}{8 \cdot d} + \text{Schneelast [kg]} \quad \begin{array}{l} a = \text{Spannweite [m].} \\ H = \text{Zugkraft der Antenne.} \\ g = \text{Drahtgewicht je m in kg.} \\ d = \text{Durchhang in m.} \end{array}$$

$$\text{Schneelast} = 180 \sqrt{2r} \quad (2r = \text{Drahtdurchmesser}).$$

## Bauelemente

Einige Winke zum Schaltungsaufbau: Wo Draht mit verbrannter Isolation verwendet werden muß, wird er an den Anschlußstellen selbstverständlich erst blankgekratzt. Stecker und Buchsen ersetzt man durch Blechstreifen (von Taschenlampenbatterien oder Konservendosen) und Büroklammern, Schalter werden dementsprechend aus Blechstreifen und Reißzwecken auf Holzbrettchen ge-

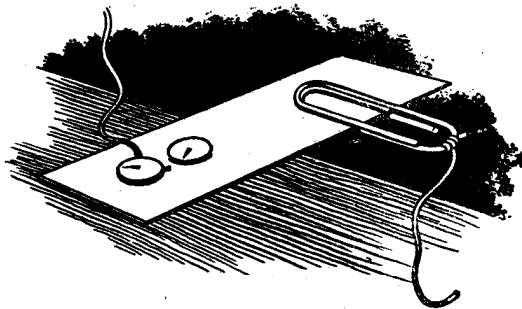
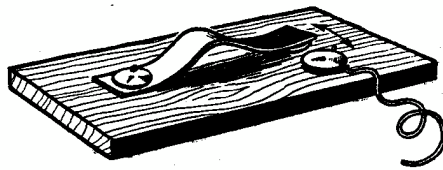


Bild 16. Blechstreifen und Büroklammern ersetzen Stecker und Buchsen.

Bild 17. Schalter baut man aus Blechstreifen und Reißzwecken.



baut (Bild 16 und 17). Allgemein ist hierzu zu sagen, daß sich auch bei sorgfältigem Sauberkratzen aller Teile Wackelkontakte nicht immer ganz vermeiden lassen — aber: besser einen Empfänger mit bekannten und leicht zu „reparierenden“ Wackelkontakten, als gar keinen Empfänger. Und nach und nach wird man so wieso einen Teil nach dem anderen durch eine bessere Ausführung ersetzen können.

## Spulenbau

Wer sich isolierten Draht beschafft hat, hat eigentlich schon alles. Eine Spule aus „verbranntem“ Draht wird so gewickelt, daß sich blanke Stellen nicht berühren, oder aber der Draht wird vorher isoliert (mit Papier, Zwirn, Lack, Paraffin, Ölfarbe). Alles weitere ergibt sich aus systematischem Probieren. Um eine Abstimmöglichkeit ohne Benutzung eines Drehkondensators zu erhalten, brauchen wir eine veränderliche Induktivität, z. B. in Form eines Variometers (Bild 14), das aus zwei hintereinandergeschalteten und miteinander gekoppelten Spulen besteht. Die Gesamtinduktivität der veränderlichen Spule muß dabei höher sein als die bei üblichen Spulensätzen, weil wir ja nur mit der Schaltungs- und Antennenkapazität arbeiten wollen. Die Induktivität einer beliebigen Spule errechnet sich aus:

$$(25) \quad L = \frac{\pi^2 D^2 n^2}{1 \left(1 + 0,45 \frac{D}{l} - 0,003 \frac{D^2}{l^2}\right)} \cdot 10^{-9} \quad [\text{H}]^4)$$

$n$  = Windungszahl  
 $D$  = Windungs- $\phi$  in cm  
 $l$  = Wicklungslänge in cm

Die Induktivität einer Spule mit quadratischem Wickelquerschnitt läßt sich besonders einfach errechnen:

$$(26) \quad L = \frac{n^2}{25,4 l} \cdot 10^{-9} \quad [\text{H}]$$

Schaltet man zwei Spulen zu einem Variometer hintereinander, so liegt ihre gemeinsame Induktivität je nach ihrer Stellung zueinander zwischen:

$$(27 \text{ a}) \quad L_{\max} = L_1 + L_2 + 2M$$

$$(27 \text{ b}) \quad L_{\min} = L_1 + L_2 - 2M$$

wobei alle Werte in mH eingesetzt werden können. Hierin ist die

4) Reyner gibt eine andere Beziehung an:

$$L = \frac{5 n^2 \cdot D^2}{10^6 (3,5 D + 8 l)} \cdot \frac{(1,125 d - 0,125 D)}{D} \quad [\text{H}]$$

$D$  = Außen- $\phi$ ;  $d$  = Innen- $\phi$ ;  $l$  = Länge der Spule, alles in mm.

Gegeninduktivität  $M$  eine Gerätekonstante, die sich aus dem Aufbau ergibt und sich aus:

$$(28) \quad M = k \sqrt{L_1 \cdot L_2}$$

errechnen läßt.

$k$  ist der Kopplungsfaktor zwischen den beiden Spulen. Er ist immer kleiner als 1 und läßt sich bei ineinandergesteckten Zylinderspulen (für homogene Felder) roh schätzen:

$$(29) \quad K_{Zyl} \approx \frac{D_2^2}{D_1^2} [-],$$

wenn  $D_1$  der Durchmesser der äußeren,  $D_2$  der Durchmesser der inneren Spule ist. Im übrigen kann man für Überschlagsrechnungen folgende  $k$ -Werte einsetzen:

bei konzentrischen Zylinderspulen	0,5 ... 0,8
bei Hf-Eisenkernspulen	0,75 ... 0,95
bei Flachspulen (Steckspulen)	0,1 ... 0,5

Ein selbstgebautes Variometer kann z. B. aus mehr oder weniger ineinandergeschobenen Zylinderspulen bestehen oder aus zwei der bekannten, leicht herzustellenden Sternspulen, die auf den beiden Deckeln eines Diariumeinbandes befestigt werden (Bild 18 und 19).

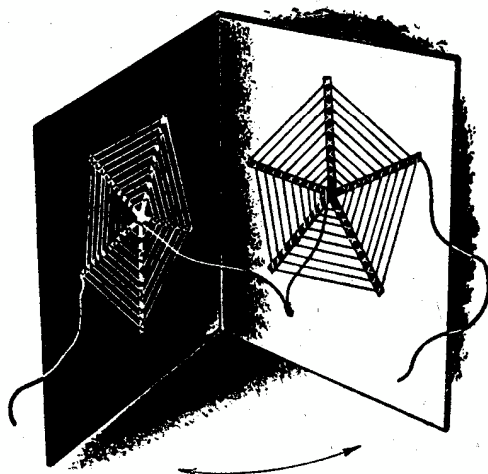


Bild 18. Ein einfaches Klapp-Variometer, aus Sternspulen auf Diariumdeckeln bestehend.

Nach unseren theoretischen Betrachtungen sollte man jedoch jeden Spulenkörper aus einem anderen Dielektrikum als Luft vermeiden. Das kann man, indem man über verschieden große zylindrische Körper (Konservendosen, Weckgläser) zwei Spulenringe

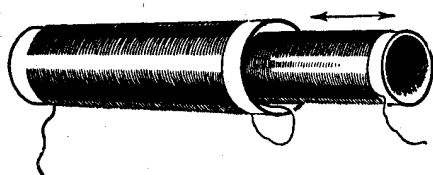


Bild 19. Ineinandergeschobene Zylinderspulen.

mit je 80...150 Windungen und entsprechenden, für unsere Versuche notwendigen Anzapfungen wickelt und die fertigen Spulen ineinander drehbar über einen Stab aus Isoliermaterial steckt. Steckt man diesen Stab in eine Grundplatte aus Holz, so kann man auf diese eine Abstimmungsskala zeichnen, über der ein an der beweglichen Spule befestigter Kartonzeiger spielt (Bild 20).

Die Anzapfung für den Detektorkreis soll bei allen Spulen etwa  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{3}$  der Gesamtwindungszahl betragen. Wer über mehr Werkstoffe, Werkzeuge und Geschicklichkeit verfügt, kann sich natürlich auch eine der bekannten Schiebepulen mit einem oder zwei (Antennen- und Detektorabgriff) Reitern basteln.

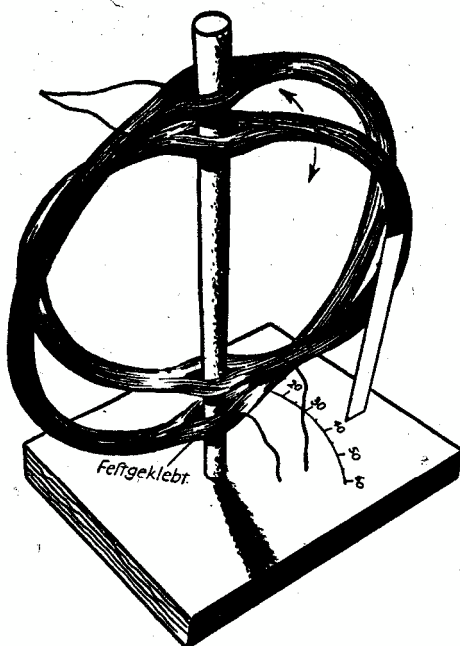


Bild 20. Freitragendes Abstimm-Variometer.

### Kondensatoren

Wenn unsere Versuche ergeben, daß wir ohne Kondensator zur Abstimmung nicht auskommen, so bauen wir uns aus einem Glasrohr oder Wasserglas, das innen und außen mit Stanniol überzogen wird, einen Festkondensator, dessen Kapazität sich errechnet aus:

$$(30) \quad C = \frac{\epsilon \cdot l}{2 \ln \left( \frac{D}{d} \right)} [\text{cm}]^5$$

$d$  = Innen- $\phi$  in cm  
 $D$  = Außen- $\phi$  in cm  
 $l$  = Länge der Belege in cm  
 $\ln$  = natürl. Logarithmus<sup>5)</sup>  
 $\epsilon$  = Dielektrizitätskonstante (s. Tabelle I)<sup>6)</sup>

Man kann auch nach Art der ersten Blockkondensatoren die Belege (Platten) wechselseitig mit dazwischenliegenden Isolierplättchen schichten und erhält dann die Kapazität nach der Formel:

$$(31) \quad C = \frac{\epsilon \cdot F}{4\pi d} (n-1) [\text{cm}]^5$$

$n$  = Plattenzahl  
 $\epsilon$  = Dielektrizitätskonstante (s. Tabelle I)<sup>6)</sup>  
 $F$  = wirksame Plattenfläche in  $\text{cm}^2$   
 $d$  = Abstand der Platten in cm  
<sup>\*)</sup> zugehörigen Verlustwinkel beachten!

### Detektorbau

Der Detektorbau ist kein Problem, wenn ein Kristall vorhanden ist. Andernfalls muß man systematisch (evtl. nach *Tabelle II*) auf die Suche nach Oxydhäutchen gehen, die man besonders auf Leichtmetallen (vorzüglich Lautal), Messingguß, aber auch auf Eisen findet. Bei schlecht leitenden Oxyden (Leichtmetalle, Zigarettenstanniol) nimmt man als Gegenelektrode eine kleine Drahtspitze oder auch einige dünne Litzendrähtchen, wobei der Kontaktdruck sehr kritisch (leichteste Berührung) ist. Bei gut leitenden Oxyden (Messing, Eisen) ist eine Graphit- (Bleistift-) spitze besser. Von allen Behelfsdetektoren, die sich Verfasser baute, bestand der einfachste und beste aus einem Nagel, dessen Kopf eine Bleistiftspitze berührte (*Bild 21*). Will man den selbstgebauten Detektor vor Staub schützen, so baue man ihn in ein Glasröhrchen (von Medizintabletten) ein (*Bild 22*). Auch eine Platte aus einem kleinen Kupferoxydulgleichrichter läßt sich für einen Detektor gut verwenden. Außerdem soll auf die Möglichkeit, nach *FUNKSCHAU* 1941, Heft 8, Seite 126, eine alte Taschenlampenbatterie als Detektor zu verwenden, hingewiesen werden. Diese Anordnung läßt sich jedoch nicht verallgemeinern, sie ist von Zufälligkeiten abhängig.

<sup>5)</sup> 1 cm = 1,1 pF; 1 pF = 0,9 cm.

<sup>6)</sup>  $\ln = 2,3028 \cdot \lg$  (Briggs'scher Logarithmus).  $\lg = 0,43425 \cdot \ln$ .



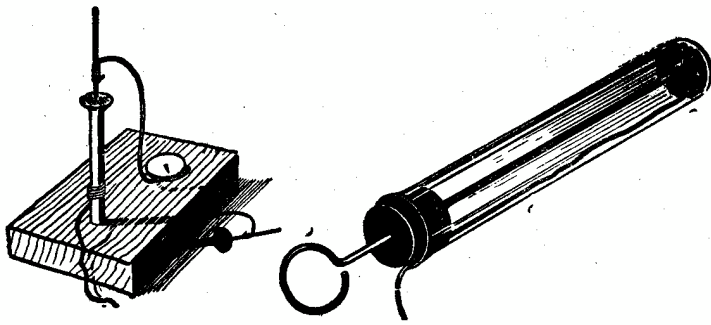


Bild 21 und 22. Zwei selbstgebaute Detektoren.

Abschließend soll noch ein Rezept für die Selbstherstellung von Detektorkristallen angegeben werden:

Man schmilzt ein altes Stück Blei und gießt es so oft um, bis die Schmelze sauber ist. Das erkaltete Blei schneidet man dann in kleine Stückchen und mischt es möglichst genau nach dem Atomgewichtsverhältnis mit Schwefelblüte (207,1:32,06, also z. B. 8,5 g Blei : 1,5 g Schwefelblüte). Diese Mischung erhitzt man bis zum Schmelzpunkt (326°). Die flüssige Schmelze kühlt man daraufhin möglichst bald ab und kann den so entstandenen Kristall gut in kleinere gebrauchsgerechte Stücke auseinanderbrechen.

### Kopfhörer

Der Kopfhörer ist ein Präzisionsinstrument, das normalerweise noch Ströme von  $10^{-7}$  bis  $10^{-8}$  Amp. nachweist. Ein Selbstbau mit gleichem Wirkungsgrad scheidet praktisch aus. Ersatz läßt sich immer nur in wesentlich unempfindlicheren Systemen finden. Zunächst sollte man vom alten Trichterlautsprecher bis zum Tonabnehmer alle elektroakustischen Gebilde, deren man habhaft werden kann, auf ihre Verwendbarkeit hin untersuchen. Erst wenn man nichts Derartiges auftreiben und auf Kopfhörerähnlichkeit ändern kann, bleibt als letzte Rettung Selbstbau. Dazu benötigt man einen Dauermagneten in einer Form, daß man an seinen Enden eine, bei Hufeisen zwei Spulen aus einem geklebten Papierwickelkörper und einer dünnadrätigen hochohmigen Wicklung unterbringen kann. Das kann z. B. ein Stück Rundstahl sein, das nach bekannten Methoden magnetisiert wird. Der Stab wird mit der aufgeklebten Spule so durch einen ausgeschnitzten Holzklotz gesteckt, daß sich in geringem Abstand vor seinem Ende eine möglichst dünne Eisenmembrane anbringen und durch einen entsprechenden Holzring festhalten läßt. Womit dann das historische Bild des ersten Telefons auferstanden wäre ...

Hat man eine Anodenbatterie zur Verfügung, so kann man auch einen Versuch mit einem elektrostatischen System machen. Das läßt sich einfach herstellen, indem man zwischen drei etwa handtellergroßen Blättern aus Isoliermaterial zwei (d. h. je eine zwischen zwei Isolierblättern) etwas kleinere Metallfolien mit einem elastischen oder aber sehr wenig auftragendem Kitt (z. B. Gummilösung oder Eiweiß) befestigt und dieses Gebilde unter Zwischenschaltung einer Anodenbatterie von 90 bis 120 Volt in Serie mit einem hochohmigen Widerstand gleichstromfrei an den Empfänger anschaltet, wie das Bild 23 zeigt. Dabei kann es vorteilhaft sein,

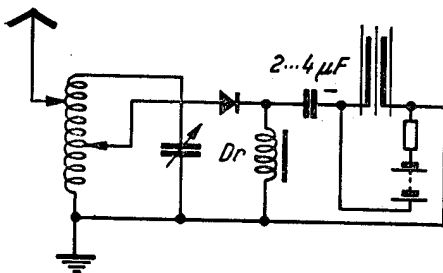


Bild 23. Detektorschaltung mit elektrostatischem Hörer.

die mittlere Isolationsschicht zu durchlöchern oder als Gaze aus nichtleitendem Stoff auszubilden, wobei sich aber die beiden Metallbelege keinesfalls berühren dürfen. Hat man mehrere Kopfhörer zur Verfügung, so kann man sich den besten mittels der im Anhang gegebenen Meßschaltung aussuchen.

## Bedienung und Empfang

Allgemein ist ein Detektorempfänger schwerer als ein Röhrenempfänger zu bedienen, weil er besonders bei verlustfreiem Aufbau und geeigneter Schaltung recht trennscharf ist und immer erst die günstigste Einstellung des Detektors gefunden werden muß. Die Detektoreinstellung kann man auch ohne Sender leicht vornehmen, wenn man neben dem Empfänger einen kleinen Störer (Summer; siehe Anhang), Hf-Heilgerät, Spielzeugmotor o. ä. aufstellt und den Detektor auf größte Lautstärke einstellt. Also Geduld und nochmals Geduld! Der Erfolg wird nicht ausbleiben, es wird besonders an einer guten Antenne und einer Schaltung wie *Bild 11* sowie bei liebevoller Bedienung der Spulenkopplung eine unerwartet große Zahl von Sendern zu hören sein.

## Drahtfunkempfang

Die Frage, ob man den hochfrequenten Drahtfunk mit dem Detektorempfänger hören kann, hängt weitgehend von den örtlichen Verhältnissen ab. Wo die Drahtfunkspannung ihren Sollwert von 25 mV an 150 Ohm aufweist, kann man mit Empfang rechnen, weil ein nach den oben besprochenen Gesichtspunkten gebauter Empfänger durchaus eine Empfindlichkeit von 10 mV (auf Kopfhörerempfang umgerechnet) erreichen kann. Bei überdurchschnittlich hohem Drahtfunkpegel kommt man dabei auch mit einer einfachen Schaltung aus, die natürlich für die richtige Frequenz dimensioniert sein muß.

## Moderne Detektorempfänger

Als Ergänzung unserer vorliegenden Betrachtungen über zeitgemäßen Detektorempfang bringen wir in einer Übersicht einige charakteristische Vertreter der z. Z. auf dem Markt erhältlichen, z. T. neu produzierten Detektorempfänger. Ein aufmerksames Studieren der *Tabelle III* dürfte hinreichend zeigen, daß sich die einzelnen Typen nicht nur äußerlich, sondern auch schaltungsmäßig sowie der Dimensionierung nach erheblich unterscheiden. Ein wesentlicher Grund hierfür dürfte das Bestreben sein, bei der Fertigung möglichst noch Teile aus vorhandenen Lagerbeständen zu verwenden. Andererseits entsteht bei einzelnen Typen der Eindruck, als ob man aus einer gewissen Geringschätzung der Detektorschaltung gegenüber den Fortschritt der Empfangstechnik seit 1923 nicht beachtet hätte.

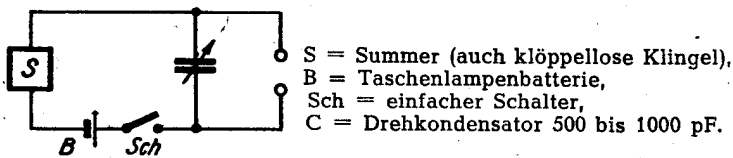
Die vom Verfasser angestellten Messungen unter den verschiedensten Empfangsbedingungen bestätigen denn auch, daß es sich in diesen Fällen nicht um geniale Vereinfachungen, sondern vielmehr um oberflächliches „Zusammenhauen“ zur Konjunkturausnutzung handelt. Die Preisgestaltung spricht hier Bände! So kostete der betriebsbereite Empfänger einer Weltfirma mit eingebautem Detektor und einschließlich Kopfhörer RM. 25.—, ein unter den heutigen Fertigungsschwierigkeiten durchaus gerechtfertigter Preis, während eine andere nicht weniger bekannte Firma allein den Empfänger ohne Detektor und ohne Kopfhörer mit RM. 27.—, mit Detektor für RM. 30.— und mit Kopfhörer für RM. 55.— verkaufte. Demgegenüber verkaufte eine die Konjunktur ausnutzende Firma einen Detektorempfänger von RM. —.50 wirklichem Wert für RM. 10.—, den Detektor (Wert etwa RM. 1.50) für weitere RM. 10.— und einen Kopfhörer billigster Ausführung für RM. 30.— Ein Empfang mit dieser Zusammenstellung war praktisch nicht erzielbar. Wenn das glücklicherweise auch ein Ausnahmefall ist, so trägt es doch durch die Enttäuschung der unglücklichen Käufer sehr dazu bei, den Detektorempfang in Verruf zu bringen und die guten Erzeugnisse anderer Firmen mit ungerechtfertigten Vorurteilen zu belegen.

# Anhang

## Die wichtigsten Meßschaltungen

Die folgenden Schaltungen sind unter Verzicht auf wissenschaftliche Exaktheit so gewählt, daß ihr Aufwand nicht in krassem Mißverhältnis zum Umfang des Meßobjektes steht und sie ohne besondere Bauanleitungen leicht aufgebaut werden können. Dabei empfiehlt es sich, zuerst den angegebenen Summerkreis als Grundelement der wichtigsten Prüf- und Meßmethoden zu bauen. Die elektrischen Werte sind nur für kritische Einzelteile angegeben.

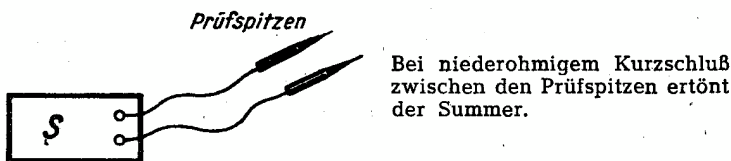
### a) Summerschaltung (Bild 24).



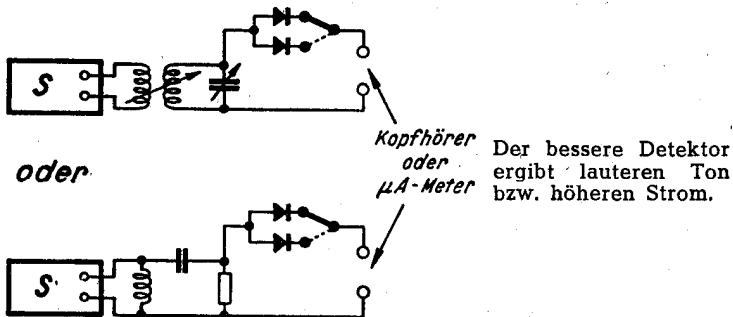
In den folgenden Bildern dargestellt als:



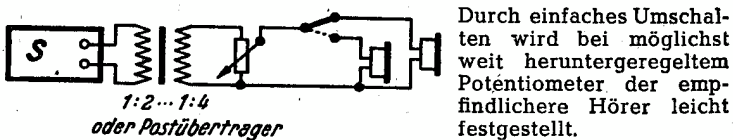
### b) Prüfung von Spulen auf Durchgang, von Kondensatoren auf Plattenschluß usw. (Bild 25).



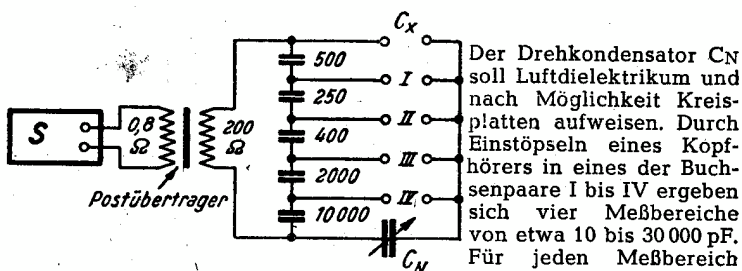
### c) Detektorvergleich (Bild 26).



### d) Kopfhörervergleich (Bild 27).

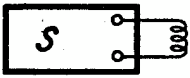


### e) Kapazitätsmessung (Bild 28).



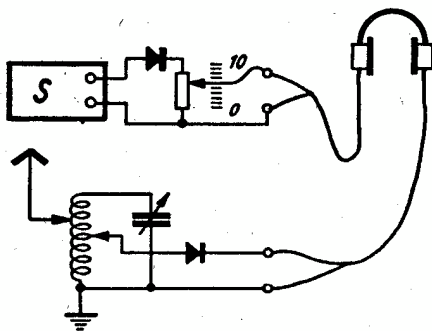
legt man durch Nachmessung genau bekannter Kondensatoren einige Meßpunkte fest, die bei graphischer Aufzeichnung eine gerade Linie ergeben, vorausgesetzt, daß für  $C_N$  ein Kondensator mit Kreisplatten verwendet wird.

f) Summerwellenmesser (Bild 29).



Mit verschiedenen Spulengrößen ergeben sich verschiedene Meßbereiche. Nach Eichung des eingebauten Drehkondensators kann man für jede Spule eine besondere Eichkurve festlegen, indem man das Gerät neben einem Rundfunkempfänger mit gut stimmender Skala aufstellt und den Summer immer auf Empfang ganzzahliger Frequenzen oder Wellenlängen nachstimmt und die gefundenen Einstellwerte des Summerdrehkos für die zugehörigen Frequenzen oder Wellenlängen notiert. Mit einem so geeichten Summerkreis kann man eine Eichung eines Detektorempfängers für eine bestimmte Antenne und eine bestimmte Kopplung vornehmen (so daß das spätere Aufsuchen von Sendern erleichtert wird), indem man beide nebeneinander mit möglichst loser Kopplung der beiden Spulen aufstellt.

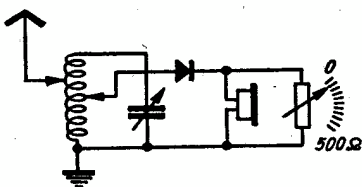
g) Objektive Lautstärkemessung zur Feststellung der günstigsten Schaltung, des geeignetsten Detektors usw. (Bild 30).



Hierzu benötigt man einen Kopfhörer, bei dem die Hintereinanderschaltung der beiden Hörkapseln aufgetrennt wird, um sie der Schaltung entsprechend zu verwenden.

Ferner darf der Summer nicht direkt auf den Empfänger koppeln (möglichst großer Abstand zwischen beiden). Man erhält dann die relative Lautstärke, indem man das Potentiometer so einstellt, daß Empfang und Summertone gleichlaut erscheinen. Wer auf einem Ohr etwas schlechter hört, macht eine zweite Messung mit umgedrehtem Kopfhörer, wobei sich der gesuchte Wert als Mittelwert zwischen den beiden gefundenen Einstellungen ergibt.

h) Lautstärkemessung nach der Parallelwiderstandsmethode (Bild 31).



Eine andere Methode, die größeren subjektiven Fehler aufweist, zeigt Bild 31.

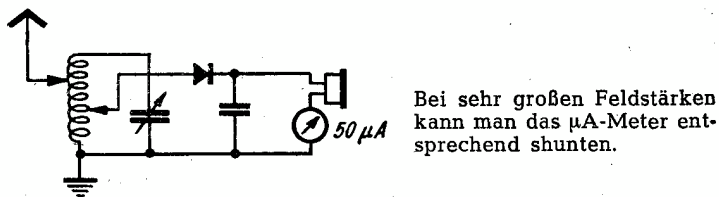
Zu dem Hörer wird ein regelbarer Schichtwiderstand von etwa 500 Ohm parallel geschaltet, dessen Skala in Ohm geeicht ist. Bei der Messung wird er so eingestellt, daß gerade noch etwas zu hören ist.

Die relative Lautstärke ist dann:

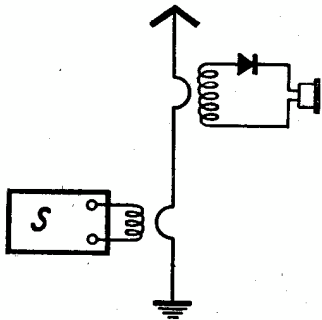
$$(32) \quad \text{Lautstärke} = 1 + \frac{\text{Kopfhörerwiderstand}}{\text{Parallelwiderstand}}$$

Bei dieser Messung soll der Detektorkreis möglichst lose angekoppelt sein.

- i) Objektiver Lautstärkevergleich; auch primitive Feldstärkemessung durch Einschaltung eines  $50\mu\text{A}$ -Meters in den Hörerkreis (Bild 32).

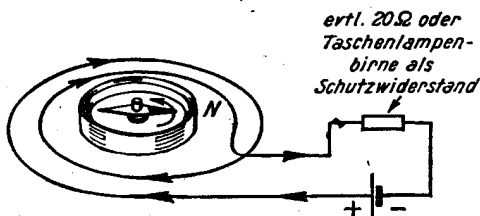


- k) Messung der Eigenwelle einer Antenne (Bild 33).



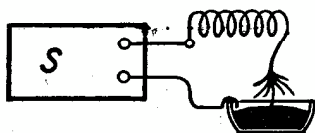
S ist hier der nach f) geeichte Summerwellenmesser, dessen Spule mit einer Schleife der Verbindung Antenne—Erde gekoppelt wird. Eine zweite Schleife wird mit einer Spule gekoppelt, die mit Detektor und Hörer zu einem aperiodischen, d. h. unabgestimmten Kreis zusammengeschaltet ist. Bei langsamem Durchdrehen des Summerwellenmessers findet man die gesuchte Eigenwelle der Antenne an der Stelle, an der der Summerton im aperiodischen Kreis am lautesten hörbar wird.

- l) Prüfung des Wickelsinns von Spulen (Bild 34).



Der Wickelsinn läßt sich nach Einbringen eines kleinen Kompasses in die Spule und Anlegen einer Batterie leicht nach Bild 34 ermitteln.

- m) Prüfung von Litzendrähten (Bild 35).



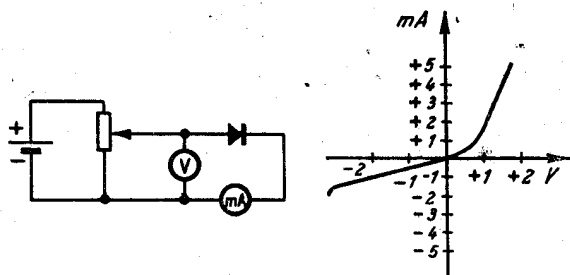
Ist eine Litzenspule fertiggewickelt, so isoliert man das eine Ende sorgfältig ab<sup>7)</sup> und verlötet es gut. Das andere, ebenfalls abisolierte Ende troddelt man auf und prüft Drähtchen für Drähtchen der Litze nach nebenstehender Anordnung. In dem

Schälchen befindet sich Quecksilber (giftig!!) oder Salmiakwasser.

<sup>7)</sup> In der Literatur gibt es viele „unfehlbare“ Anweisungen zum einwandfreien Abisolieren von Litzen. Der Verfasser hat als schnellstes und einfachstes Verfahren das folgende gefunden: Das Litzenende wird länger als erforderlich gemacht, das äußerste Ende mit zwei Fingern gefaßt, um das Endstück straff zu halten, und an der Stelle des endgültigen Litzenendes die Seiden- und Lackisolation durch Abreiben zwischen einem gefalteten Stück feinsten Schmirgelpapiers unter vorsichtigem Hin- und Her-Drehen (Verdrillen und Entdrillen) des Litzenstückes entfernt. Sind alle Drähtchen blank, so wird die Litze ein letztes Mal verdrillt, die abisolierte Stelle verlötet und das nicht mehr benötigte Restende abgeschnitten.

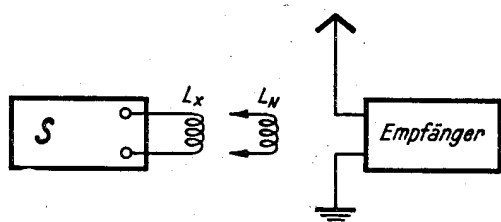


n) Aufnahme der Detektorkennlinie (Bild 36).



Man mißt den bei verschiedenen Spannungen fließenden Detektorstrom und trägt die Werte in ein Achsenkreuz ein. Nach Aufnahme der positiven Hälfte polt man die Batterie um und mißt die Werte der negativen Hälfte der Kennlinie.

o) Messung der Induktivität (Bild 37).



Hierzu benötigt man wieder den geeichten Summerwellenmesser nach f), der mit einem geeichten Empfänger gekoppelt wird. Man ermittelt nun erst mit dem Prüfling am Wellenmesser eine Frequenz  $f_1$ , die im Empfänger als Summerton hörbar wird. Danach setzt man die geeichte Spule ein und stimmt bei veränderter Stellung des Wellenmessers den Empfänger erneut auf Summerton ab. Der möge dann die Frequenz  $f_2$  angeben. Wenn man jetzt die Größe der geeichten Spule  $L_N$  kennt, so ergibt sich die unbekannte Induktivität aus:

$$(33) \quad L_X = L_N \cdot \frac{f_2^2}{f_1^2}$$

Kennt man jedoch nur die Größe der am Drehkondensator des Wellenmessers eingestellten Kapazität, so ergibt sich  $L_X$  aus:

$$(34) \quad L_X = \frac{1}{(2\pi f_1)^2 C_N} \quad [\text{H; Hz; F}]$$

Der Hauptteil des vorliegenden Sonderdrucks mit den Bildern 1 bis 23 kam erstmals in Nr. 9/10 der FUNKSCHAU vom September-Oktober 1944 zum Abdruck.

\*

Formel (26) auf Seite 15 muß richtig heißen:

$$L = 25,41 \cdot n^2 \cdot 10^{-9} \quad [\text{H}]$$

*Weitere*  
**FUNKSCHAU-**  
*Sonderdrucke*

in gleicher Aufmachung

## Universal-Rechenschieber

für den Funktechniker

Bau- und Gebrauchsanleitung  
von Hans Joachim Schultze.

Dieser Veröffentlichung kommt heute, wo Rechenschieber schwer erhältlich sind, sehr große Bedeutung zu; an Hand der Bauanleitung und der beigefügten Rechenschieber-Skalen in natürlicher Größe kann sich jeder Funktechniker mit einfachen Mitteln einen Rechenschieber bauen, der den großen Vorteil hat, daß man mit ihm in dem Bereich  $10^{-9}$  bis  $10^8$  rechnen kann, wobei der Rechenschieber unmittelbar die Kommastellung angibt.

16 Seiten Hochformat, 10 Abbildungen u. 2 Beilagen.  
Preis RM. 2.50, zuzüglich 55 Rpf. Versandkosten.

## Einzelteil-Prüfung

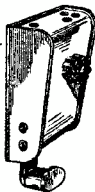
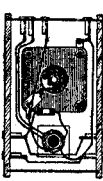
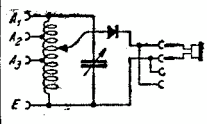
schnell und einfach

Prüf- und Meßanleitungen für die Funkwerkstatt mit 28 Hilfsskalen für die wichtigsten Messungen, passend für die gebräuchlichen Meßgeräte, von Ingenieur Otto Limnan.



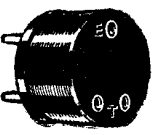



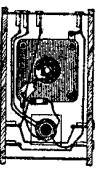
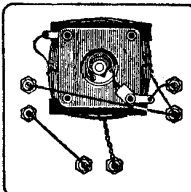
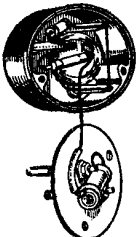

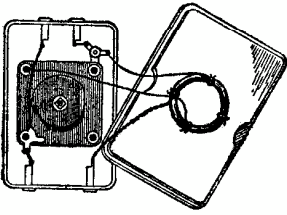
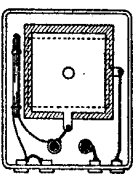
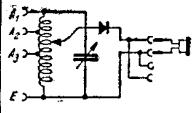
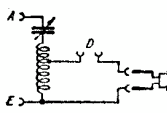
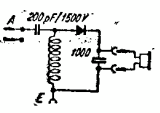
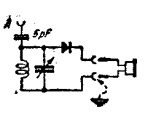
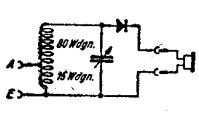
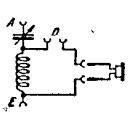
Dieser Sonderdruck bietet der Funkwerkstatt eine Reihe eigens für diesen Zweck entwickelter Meßanordnungen, mit denen Widerstände, Kondensatoren, Spulen, Transformatoren usw. auf ihre elektrische Größe und ihre Güte nachgemessen werden können, dazu die 28 arbeitserleichternden und zeitsparenden Hilfsskalen, die vorhandene Meßgeräte für R-, C- und L-Messungen geeignet machen.

28 Seiten Hochformat mit 29 Abbildungen und 28 Hilfsskalen. 2. Auflage. Preis RM. 5.- zuzüglich 55 Pfg. Versandkosten.

**Funkwerk-Vertrieb Wilhelm Wolf**  
**Potsdam, Seestraße 43**

Fabrikat bzw. Eigenschaften	Blaupunkt
Außenansicht	
Innenansicht	
Schaltung	
Detektor	eingebaut, Sonderanfertigung
Spule	Kreuzwickel-Litzenspule auf 10-mm- $\phi$ -Pertinaxrohr
Kondensator	Hartpapier-Drehkondensator
Wellenbereich	Mittelwellen
Antenne	beliebig
Gehäuse	Holz, gebeizt, für Wandmontage mit Kopfhörerhalter
Bemerkungen	2 Paar Hörerbuchsen

**Tabelle III**  
**Beispiele käuflicher Detektorempfänger**

Blaupunkt	Seibt	Siemens		Telefunken (1. Serie)	Wima
		Berlin-Empfänger	KW-Empfänger		
					
					
					
eingebaut, Sonderanfertigung	außen aufsteckbar	Sirutor B/S 5 b I	Sonderanfertigung aus Germanium	eingebaut, Sonderausführung	außen aufsteckbar
Kreuzwickel-Litzenspule auf 10-mm- $\phi$ -Pertinaxrohr	wild gewickelter Ring 50/60 mm $\phi$ 58 Wdg. 0,35 CuL	etwa 50 Wdg. 22/24 mm $\phi \times 5$ 0,2 Cu LS körperlos	14 Wdg. 0,8 CuL auf 22-mm- $\phi$ -Hartpapier- rohr	wild gewickelter Ring 25...28 mm $\phi$ , etwa 95 Wdg. 0,22 mm $\phi$ CuL	etwa 70 Wdg. 0,1 CuL wild gewickelter Ring auf 36 mm Länge flach gequetscht
Hartpapier-Drehkondensator	Hartpapier-Drehkondensator	nur Schaltkapazität, nicht abstimmbar	Keramischer Scheibentrimmer 20...160 pF	Hartpapier-Drehkondensator	Quetscher aus 2 Blechen 40×44 mm mit 2× Butterbrotpapier als Dielektrikum
Mittelwellen	Mittelwellen	nur 841 kHz	etwa 19...50 m	Mittelwellen	Mittelwellen
beliebig	beliebig	Nur Erdleitung und Netzantenne (wird in Steckdose gesteckt, 2. Stecker ist blind). Anschaltung einer (möglichst langen) Hochantenne an Stecker A möglich	beliebig; als beste Antenne wird Hoch- antenne von 15... 20 m Länge (einschl. Zuleitung) empfo- hlen. Erde unnötig — Versuchsweiser An- schluß an Telefon- buchse	beliebig	beliebig, Versuch!
Holz, gebeizt, für Wandmontage mit Kopfhörer- halter	Hartpapier- Frontplatte in Leichtmetall- gehäuse	Isolierpreßstoff mit Hartpapier- Bodenplatte	Isolierpreßstoff mit Hartpapier-Boden- platte	Isolierpreßstoff mit Bodenplatte aus Holz	Isolierpreßstoff
2 Paar Hörer- buchsen	Hierzu Seibt- verstärker mit Röhren RV 12 P 2000	Mitgelieferte Be- dienungsanleitung Bei nahe Sender Kopfhörerempfang ohne Erde, Laut- sprecherempfang (!) mit Erde	Mitgelieferte Be- dienungsanleitung mit Angaben über die KW Empfangs- verhältnisse		Verbindungen nur geklemt. Billigste Fertigung, mäßige Empfangsleistungen

*Bild 1. Detektorempfänger  
aus der Zeit vor 25 Jahren*

