

## EMPFANGSPRINZIPIEN

Ein Empfänger hat drei wesentliche Aufgaben zu erfüllen:

- Auswahl des gewünschten Senders und Trennung von anderen Sendern
- Demodulation
- Verstärkung

Einzuschränken ist, dass die ersten Empfänger für Telegrafie nicht alle Anforderungen erfüllen. Die Trennung (**Selektion**) von Sendern bereitet Schwierigkeiten, Verstärkung gibt es keine. Erst mit der Zeit spielen Auswahl der gewünschten Station und gute Trennung von Nachbarstationen eine Rolle. Später bildet die Qualität der Selektion das Hauptkriterium für die Güte eines Empfängers. Während vieler Jahre - und heute oft wieder bei Heimgeräten («Tuner») - trennt man die Aufgabe des Empfängers von der des Wiedergabe-Instrumentes (Morseschreiber, Kopfhörer, Lautsprecher).

### Fritter (Kohärer) etc.



Bild «Z1» T60  
Das Bauteil Fritter (Kohärer, Cohärer)

Der Fritter bzw. Kohärer (Cohärer) «detektiert» (entdeckt) Funkwellen; **Morsezeichen** kommen zur Aufzeichnung. Schwingkreise lassen eine gewisse Selektivität erreichen. Später ersetzen andere Detektoren (z.B. der Magnet-Detektor von Marconi, der Elektrolyt-Detektor etc.) den Kohärer. Überhaupt gibt es viele Prinzipien von Detektoren, wie die Kugelstrecke, die Hertz anwendete, den erwähnten Fritter, Detektion durch Wirkung auf ein **Thermoelement** oder auf ein **Bolometer**, **Magnet-Detektoren**, **Elektrolyt-Detektoren**, **elektrostatische Detektoren**, **Radoröhren**, **Kontakt-Detektoren** (Kristalle und Halbleiter etc.) und deren moderne Anwendungen wie **Produkt-detektor** für SSB oder **Ratiodetektor** für FM. Der Fritter ist während fünfzehn Jahren bzw. bis 1905/06 der einzige, praktisch brauchbare Detektor.

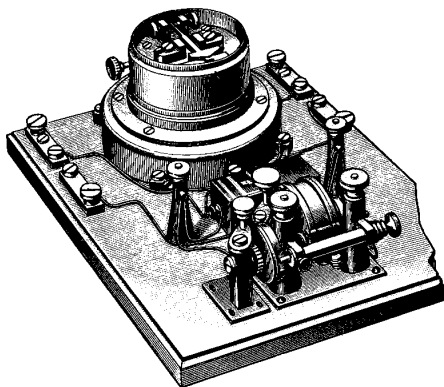


Bild «Z1» E22 [Meyers 1903]  
Kohärer-Empfänger (Klopfer und Relais)  
System Braun, Kohärer mit magnetischer Regulierung

Durch die Funken entsteht ein breites Spektrum von Wellen. Die unmodulierten Lichtbogen- und Maschinensender mit ungedämpften Wellen und relativ schmalen Wellenspektrum verlan-

gen beim Empfang einen Hilfston, da die Zeichen ohne Modulation auf Empfängerseite praktisch unhörbar bleiben.

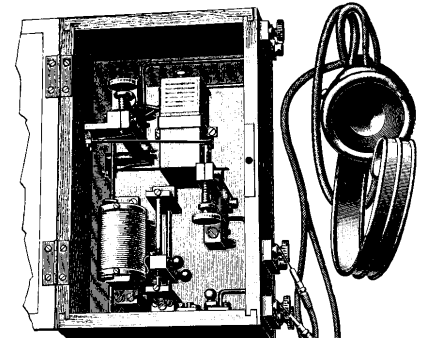


Bild «Z1» E23 [Meyers 1903]  
Hörer für Funkempfang nach System Braun

Hörbarkeit gelingt am einfachsten mit dem Einschalten eines Summers durch ein Relais, das durch den gleichgerichteten Empfangsstrom anspricht. Andere Systeme verwenden den **Ticker**, ein Gerät, das periodisch einen zum Kopfhörer parallelliegenden, grösseren Kondensator und den Kopfhörer selbst zuschaltet, was bei Spannungsveränderungen (Empfang) im Kopfhörer Töne induziert. Beim **Schleifer** (Schleifrad, **Telefunken**) berührt ein Golddraht eine motorbetriebene, rauhe Nickelscheibe. Dieser zerhackte Strom lädt im Fall von Empfang einen «Verstimmungskondensator». **Goldschmidt** erfindet für die Empfangsmodulation ein **Tonrad**, das aus einer rotierenden Stahlscheibe von 40 cm Durchmesser mit 800 am Umfang eingefrästen Zähnen besteht. Den Stromfluss unterbricht ein Bronzeblatt; die Schwebung zwischen empfangener und Unterbrechungsfrequenz lässt die unmodulierten Zeichen ertönen. **Heterodyne-Patente** der ersten Jahre nach der Jahrhundertwende (siehe **Fessenden** 1901 und 1907) beinhalten ebenfalls die Hörbarmachung von Morsezeichen. Dabei überlagert man die empfangene Welle mit einer lokal erzeugten Frequenz, die nur einige hundert oder tausend Hertz von der empfangenen Frequenz abweicht, so dass beim Vorhandensein eines Senders eine hörbare Differenzfrequenz entsteht.

### Detektor-Empfänger

Den Rundfunk empfängt Anfang der 20er Jahren ein grosser Teil der Bevölkerung erstmals mit einem Detektor-Empfänger, obwohl gleich zu Beginn auch Röhrenempfänger vorkommen. Der hohe Preis eines «Röhrenradios» macht den «Detektor» anfänglich so attraktiv. Unter dem Wort Detektor oder **Kristall-Detektor** versteht der Fachmann die Einrichtung mit den gleichrichtenden Elementen und als **Detektor-Apparat** oder Detektor-Empfänger die ganze Apparatur, bestehend aus mehr oder weniger ausgebildetem Antennenkreis und/oder abstimmbaren Schwingkreis (siehe unten), zusammen mit dem Bauteil (Kristall-)Detektor. Um Empfang zu erhalten benötigt ein Hörer lediglich eine gute Antenne und Erde, den Detektor-Apparat und einen hochohmigen Kopfhörer. Kopfhörer guter Qualität können kleinste Ströme von  $10^{-7}$ - $10^{-8}$  A nachweisen bzw. Amplituden ab etwa 100 mV. Zum Verständnis von auch bei Radios üblichen Eingangskreisen folgen Beschreibungen der verschiedenen Eingangskreise. Vielleicht kann Sie der Text anregen, selbst oder mit einem Kind zusammen einen Detektor-Empfänger oder Audion etc. zu bauen und die verschiedenen Schaltungen auszuprobieren. Um das mühsame Einstellen des Kristall-Detektors zu

vermeiden, verwenden Sie im ersten Fall eine moderne **Germaniumdiode** als Detektor. Die Germaniumdioden AA135 und OA70 weisen mit 0,18 V wohl die niedrigste **Schwellspannung** auf. Die Linearität von Dioden ist zwar schlechter als die des Kristalls, da der Knick nicht so scharf ausfällt und eigentlich Knie heissen müsste. Nebst der etwas grösseren - bei Detektorempfang nicht hörbaren - Verzerrung erhält man allerdings etwas leiseren Empfang gegenüber ideal eingestelltem Kristall. Die **Siliziumdiode** hat eine Schwellspannung (**Fluss-Spannung**) von 0,7 Volt, die **Schottky-Diode** zwar eine von 0,3-0,35 nahezu wie die Germaniumdiode (0,18-0,25), doch oft eine sehr hohe Kapazität bis 1 nF statt 1 pF wie sie die Germaniumspitzendiode aufweist. Die Schottky-Diode SD101 von **Telefunken** soll allerdings 0,7 pF erreichen und eine ähnlich niedere Schwellspannung wie Germaniumdioden aufweisen. Ge-Golddraht- und Siliziumdioden besitzen bis 10 und Ge-Flächendioden bis 35 pF Kapazität bei einer Eigeninduktivität von 6-30 nH.

Ein Multimeter mit **Diodenprüfung** eignet sich zum Auswählen der günstigsten Diode aus einer Anzahl der gleichen Typen. Eine kleine Schwellspannung ist deshalb so wichtig, da man höchstens den Teil als Nutzspannung erhält, der über der Schwellspannung liegt. Bei **Karborundum**, das eine besonders hohe Schwellspannung aufweist, kompensiert man diese mit einer Batterie.

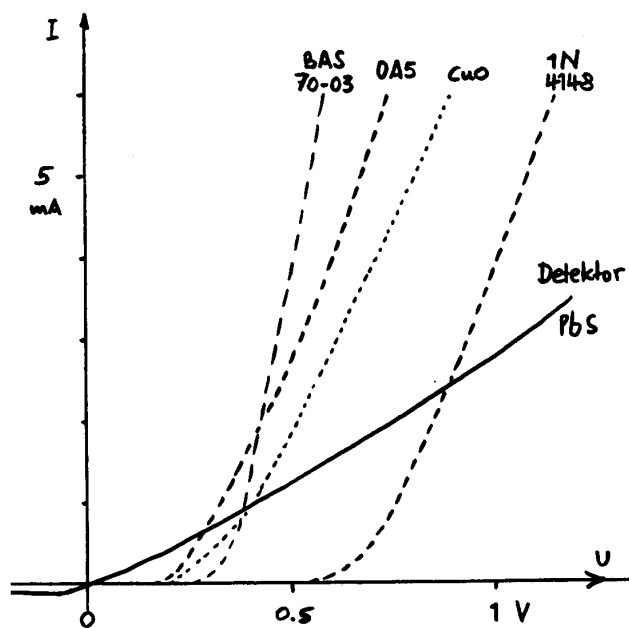


Bild «Z1» T95 [638757]  
Kennlinien verschiedener HF-Gleichrichter

Der Kristall-Detektor-Empfänger kommt bis kurz nach dem Zweiten Weltkrieg in Deutschland als billigste Empfangsmöglichkeit häufig in Betrieb. Nachdem ab ca. 1940 festeingestellte Germaniumspitzendiode auftauchen, setzt man diese statt der mühsam einzustellenden Kristall-Detektoren ein. Die Schottky-Diode gibt es ab 1963 [607502].

Bei der Handhabung von Kristall-Detektoren sind einige Punkte zu beachten, die das Kapitel über die Restauration behandelt (Bleiglanz). Der Kristall z.B. hat äusserst sauber zu sein; die Kontaktfläche soll man nach der Reinigung nicht mehr berühren. Der **Kontaktdruck** soll minimal sein, da sonst die

Gleichrichterwirkung verlorengeht; das Knie der Kennlinie streckt sich. Erschütterungen und hohe Ströme von atmosphärischen Störungen oder starken Sendern können eine gefundene, gute Kontaktstelle wieder zum Verschwinden bringen. Karborundum-Detektoren benötigen hohen Druck und sind darum stabiler.

Bei guten Bauteilen hält **Woodsches Metall** den Kristall, den ein Röhrchen vor Verunreinigungen schützt. Die gegenüberliegende Seite trägt ein kurzes Stück Draht und verschiedene Einrichtungen, um diesen Draht auf die beste Gleichrichterstelle zu bringen. Zwei verschiedene Kristalle statt Draht und Kristall sind möglich. **Wigand** beschreibt beste Erfahrungen mit Antennenlitze statt Draht; er berührt den Kristall mit dem aufgetrodelten Ende von 5-10 Drähtchen. Bei Verwendung von alten Detektoren zwickt man vom Drahtende etwas ab und schleift das neue Ende etwas spitz zu, um einen möglichst kleinen, sauberen Kontaktpunkt zu erhalten. Abends und nachts herrscht guter Mittelwellenempfang.

Bei der Übernahme von Daten aus alten Beschreibungen über **Detektormaterialien** ist zu beachten, dass früher die Kapazität der Einrichtung nicht die gleiche Rolle spielte wie heute, da man allgemein auf niedrigen Frequenzen arbeitete.

Nebst den üblichen Bleiglanzkristallen (Galenit, engl. **galena**, franz. **galène**), die eigentlich **Graphit** als **Gegenelektrode** verlangen, zeigen verschiedene Materialien mit einer «Grenzschicht», z.B. Oxydschicht, Gleichrichterwirkung, wobei die richtige Gegenelektrode und oft die richtige Vorspannung eine Rolle spielen. Natürliches und künstliches **Bleiglanz** weisen eine mittlere Empfindlichkeit auf und sind mechanisch robust. Als Gegenelektrode kommt vor allem Kupfer, Messing oder Gold [112] vor. Der Bleiglanz-Kristall bildet die Anode, der Draht (engl. **cats whisker**) die Kathode; bei anderen Kristallen sind die Verhältnisse oft umgekehrt. Beim Symbol der **Diode** liegt die Kathode dort, wo der Strich sich befindet, nicht das Dreieck. Eine Graetz-Schaltung mit vier Dioden z.B. lässt den positiven Pol an den beiden miteinander verbundenen Kathoden entstehen. Die resultierende **Polarität** des Stromes aus einer Diode ist gut zu merken, indem man sich beim Symbol den Querstrich mit dem Längsstrich (Leiterbahn) zusammen als Pluszeichen vorstellt. Die richtige Polung von Dioden spielt bei Detektoren nur in Verbindung mit Röhren oder Vorspannungen eine Rolle.

**Blei-Schwefelblüte** bzw. **Bleisulfid** (engl. **sulphide of lead**), Bleiglanz oder **Galenit** ergibt sich mit einer Mischung im Atomgewichtsverhältnis 207,1 : 32,06 von Blei und Schwefelblüte (z.B. 8,5 g Blei zu 1,5 g Schwefelblüte). Man mischt kleine Stückchen von reinem geschmolzenem Blei mit der Blüte, erhitzt bis zum Schmelzpunkt von 326 Grad und kühlt die flüssige Schmelze möglichst gleich ab. Der Kristall ist in kleinere Stücke zu brechen. Natürliches Bleisulfid findet sich als ein verbreitetes Bleierz mit 86,6 % Blei, oft mit etwas Silber, bleigrau in der Farbe. Es kristallisiert meist in Würfeln.

**Anatase** ( $\text{TiO}_2$ ) mit Metallspitze hat eine gute Empfindlichkeit, wie auch Silizium-Stahl oder -Messing. Am einfachsten und besten scheint mir das gelbe **Pyrit** (**Schwefelkies** bzw. **Eisen-sulfide**) mit einer Spitze aus Bronze (wie **Telefunken ED149**), Eisen oder Gold zu funktionieren. Gepresstes Pulver aus **Kupferjodür** ( $\text{Cu}_2\text{J}$ ) mit Kupfer- oder Aluminium-Gegenelektrode lässt sich schwer einstellen, ergibt jedoch sehr gute Empfindlichkeit. Detektoren aus zwei Kristallen oder mit Vorspannung sind weniger oft einzustellen, meist aber nicht so sensitiv wie Kristall-Metallspitzen-Systeme. **Kupferkies** ( $\text{CuFeS}_2$ ) mit Zinkit ist sehr sensibel, benötigt eine Vorspannung wie **Karborund-Stahl** (1 V), **Sirutor** (0,3 V, hohe Kapazität) und **Westector** (USA).

Mein einfachster Aufbau - als kurze Demonstration, mit welch bescheidenen Mitteln dieses «Gerät» funktioniert - besteht aus einem etwa 2 m langen Stück Installationsdraht (Elektriker), den man um eine leere WC-Papierrolle wickelt; einer alten Rasierklinge als Ende der Spule und einer Nähnadel, die mit einem Pol des Kopfhörers Verbindung hat. Zur Isolation erhält die Nähnadel ein Stück Kork aufgesetzt, damit sie von Hand bewegbar ist, ohne elektrischen Kontakt zum Körper zu verursachen. Der zweite Stecker des Kopfhörers gehört an die Erde. Das Ende der Spule mit Rasierklinge kommt zusätzlich an eine gute Antenne (möglichst eine hohe Aussenantenne) und das andere an die Erde (blankes Wasserrohr, sofern keine Plastikteile dazwischen). Bei jedem Detektor-Empfänger soll der Kopfhörer an einem Ende mit der Erde verbunden sein, damit seine Kapazität den Kreis nicht verstimmt. Der Detektor befindet sich darum nie erdseitig.

Der Lokalsender (Beromünster) war mit dieser Anordnung gut zu hören, obwohl er sich in etwa 30 km Entfernung vom Empfangspunkt befand. Bester Empfang erfolgte bei Berührung des Schriftzuges auf der Klinge mit der Nadel. Bleistift (**Graphit** anstatt Rasierklinge) und Nadel funktionieren schon besser!

Für den ersten Versuch ist es vorteilhaft, vorher die Anordnung an Stelle von Nadel und Rasierklinge mit einer Germaniumdiode zu testen. Erst wenn dies guten Empfang bringt, lohnt sich der Primitiv-Versuch. Ein Kristall als Detektor zeigt wesentlich bessere Resultate als eine Rasierklinge.

Durch das Schalten eines **Mikroamperemeters** in den Kopfhörerkreis kann man die Unterschiede einzelner Anordnungen und Einstellungen objektiv beurteilen. Heute gibt es dazu Anzeigeeinstrumente aus Japan mit Endausschlag von 30 Mikroampere für 10-20 DM. Empfang erhält man bei ca. 5 Mikroampere und erst bei stark einfallenden Sendern (bis 100 Mikroampere) ist ein Shunt zu verwenden. Das menschliche Hörvermögen lässt Lautstärkeunterschiede erst ab 30-100 % überhaupt erkennen.

Der **Kopfhörer** soll einen Gleichstromwiderstand von 1000-4000 Ohm aufweisen (z.B. eine Impedanz von 16 Kiloohm bei 800 Hz). Um den Kreis wenig zu belasten, soll der Kopfhörer so hochohmig wie möglich sein; der Detektor hat zumindest während der Durchlässigkeit halbwelle einen sehr niederen Widerstand und dämpft dann den Kreis besonders. Theoretisch wäre eine Impedanz von mehr als 100 Kiloohm (Untersuchungen von **Reyner**) durch **Transformatorkopplung** das Ideal. Eine erstaunliche Klangfülle erzielt man mit einem hochohmigen, dynamischen Hörer. Natürlich ist die **Zylinderspule** in der Ausführung einer Schiebepule (auf der folgenden Abbildung) wesentlich wirkungsvoller. Sie entspricht dem Schema, das den Abgriff zeigt. Sie lässt sich auf den Sender abstimmen. Fixe Abgriffe mit Bananenstecker oder Schalter kommen vor.

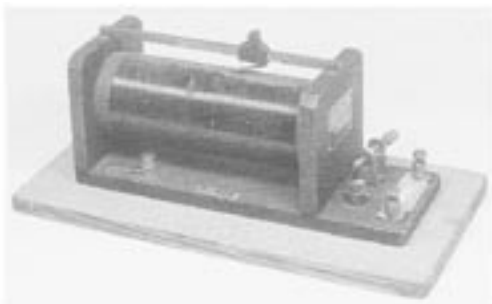


Bild «Z1» T96 [Z124 Sammlung Herzog, Springe]  
Einfacher Schiebepulsen-Detektor-Empfänger. Beliebte Anordnung für Selbstbauten. Hier Marke Daimon (D), Mod. B.

Als Spulenträger genügt ein Papprohr von 6-10 cm Durchmesser, wie es zum Versand von grossen Kalendern etc. dient. Etwa 100 Windungen eines isolierten Kupferdrahtes von 0,4-1

mm Dicke (z.B. von einem Transformator) genügen. Die Wicklungen sollen eng aneinanderliegen. Die Gleitschiene besteht meist aus Messing mit einer federnden Lasche, wie sie etwa aus den Enden einer 4,5-V-Batterie herzustellen sind. Allerdings soll der Schleifer möglichst nur eine Windung berühren, denn kurzgeschlossene Windungen erzeugen starke Induktionsströme, die für den Empfang verlorengehen. Der Knopf soll aus einem isolierenden Material bestehen. Die Schleifstellen sind aufzukratzen und von Staub zu säubern, um Windungsschlüsse zu vermeiden. Ist ein paralleler Drehkondensator vorgesehen, reichen etwa 55 Windungen. Das **L/C-Verhältnis** soll gross sein. Ein üblicher Wert für L beträgt 2 mH für Langwellen- oder 0,2 mH für Mittelwellenspulen. Bei Verwendung von fertigen Steckspulen nimmt man Werte von 75-150 Windungen. Der Drehko soll ein maximales C von 500 pF aufweisen.

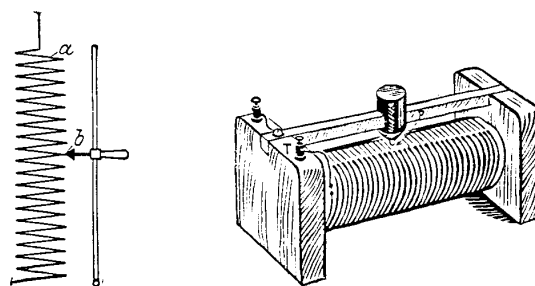


Bild «Z1» T63 [159-212]  
Schiebepule, wie sie in vielen Detektor-Apparaten vorkommt

Eine bessere Schaltung ergibt sich bereits, wenn der stark dämpfende Detektorkreis lediglich einen Teil der Schwingspule belastet. Experimentell erfolgt ein Optimum bei 1/2-3/4 belastetem Kreis. Es entsteht folgende Schaltung:

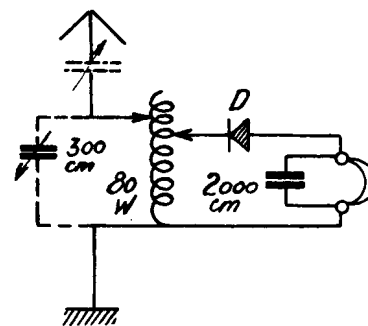


Bild «Z1» T14 [453307, Abb 1]  
Detektor mit reduzierter Dämpfung

Das Beispiel zeigt die zusätzliche variable Ankopplung der Antenne über einen zweiten Schieber. Wird der Schwingkreis ohne Drehkondensator betrieben, bildet die Antenne selbst die **Schwingkapazität**. Verschiedene **Antennenlängen** sind dann auszuprobieren. Im Beispiel ist der Drehko für Langwellen- oder Mittelwellenempfang angedeutet.

Der parallel zum Kopfhörer geschaltete Kondensator schafft etwas bessere Verhältnisse, denn die restliche HF kann passieren. Der Kondensator ist bei allen Detektorschaltungen vorzusehen und soll etwa 2 nF, (=2000 pF) Kapazität und eine gute Isolation aufweisen; hörbar ist die Differenz allerdings kaum. Einige Autoren schreiben früher, dass sie ohne diesen Kondensator Mischprodukte der Rest-HF heraushören, doch bezieht sich dies wohl auf den Empfang von Längstwellen.

Wir stellen uns Antenne und Erde als die beiden auseinandergezogenen Platten eines grossen Kondensators vor. Als Ver-

vollständigung des Schwingkreises setzt man meist eine Spule (oder Widerstand) dazwischen. Ist die **Antenne** zu lang, kommt ein Kondensator von 200 pF in Serie dazu. Bei zu kurzer Antenne helfen 200 pF parallel zwischen Antenne oder Abgriff und Erde. Daraus entsteht ein Parallelschwingkreis. Um Abstimmung zu ermöglichen benutzt man meistens einen Drehko als Kondensator.

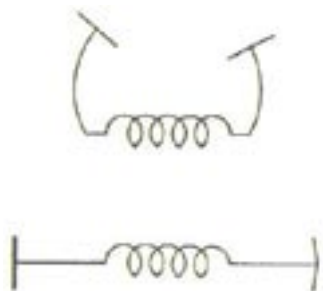


Bild «Z1» T64  
Antenne, Erde und Spule verhalten sich wie ein auseinandergezogener Parallelschwingkreis

Statt mit einem Drehko, einer Schiebepule oder einer Spule mit mehreren Abzapfungen lässt ein **Variometer** auf den Sender abstimmen. Mit diesem verändert man durch die Gegenwirkung zweier in Serie geschalteter Spulen deren Selbstinduktion. Im Extremfall subtrahiert sich die Selbstinduktion des drehbaren Teils von der des statischen Teils. Auf elegante Weise ist die Gesamtinduktion veränderbar.

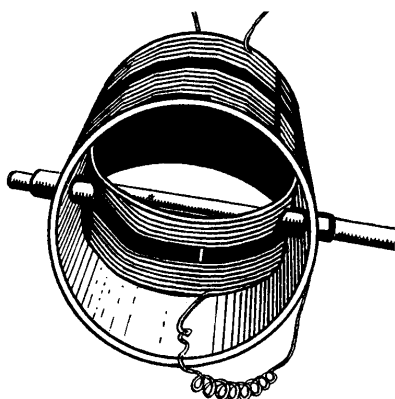


Bild «Z1» T1 [112-36]  
Variometer mit zylindrischen Spulen

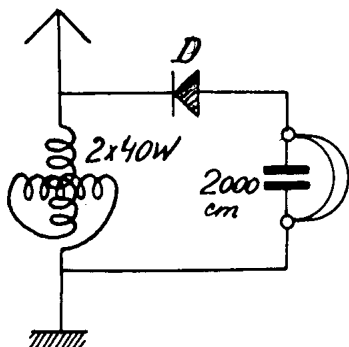


Bild «Z1» T15 [453307]  
Schema des einfachsten Detektor-Empfängers mit Variometer

Die einfache Ausführung besteht aus einem drehbaren kleinen Zylinder mit Windungen in der Mitte des grossen Zylinders, axial drehbar eingefügt. Das teurere **Kugelvariometer** weist für beide Spulen (-Hälften) Kugelform auf. Auch sie sind ineinander versenkt und sparen Platz im Vergleich zum **Zylindervariometer**. Stator und Rotor des Variometers erhalten normalerweise gleich grosse Induktivität, was wegen der Streuung jedoch nicht zur Aufhebung der Gesamtinduktivität führt, wenn die beiden auf entgegengesetzten Wicklungssinn eingestellt sind. Seltener trifft man auf Schiebepulen- Klapp- oder **Nierenvariometer** - nicht mit Spulenkopplern zu verwechseln.

Wie bereits erwähnt gibt es für Spulen ganz verschiedene Formen. Statt Schiebepulen können wir z.B. **Spinnwebspulen** verwenden wie sie auf der nächsten Abbildung vorkommen. Mit **Sternspule** bezeichnet man eine ähnliche Art der Spule. Sie eignet sich speziell für die Trennung des Antennenkreises vom Detektor beim **Sekundärempfänger**. **Spulenschwenker** (-Koppler) und fertige Steckspulen z.B. in Form der weiter oben beschriebenen Honigwaben- oder Ledionspulen gibt es auch heute bei Kollegen günstig zu kaufen. Allerdings kostet ein **3fach-Spulenkoppler** von 1925 (RM 6,90) heute ca. 60 DM.



Bild «Z1» T94 [Z137, Sammlung Herzog, Springe]  
Detektor mit steckbarer Spinnweb- bzw. Spiralspule. Abstimmung durch Drehkondensator, Aufsteckdetektor in Glasröhrchen. Marke NORA, Mod. DAB50, 1930-33, Press-Stoff, 125x070x163 BHT, 300 g Gewicht.

Die Herstellung von Spinnwebspulen ist leicht. Wir schneiden ein Stück Karton entsprechend ein und verwenden isolierten Draht von etwa 0,2 mm Dicke. Die Antennenkreis-Spule erhält etwa 40, die Detektorkreis-Spule etwa 100 Windungen. Wäre der Drehkondensator im Sekundärkreis, würde sich das Verhältnis der Windungen umkehren. Diese Anordnung trennt wesentlich besser als die des Primärempfängers. Die **Trennschärfe** steigert sich mit dem «Weg-verschieben» der beiden Spulen. Dafür sinkt die Leistung; leiserer Empfang resultiert! Obwohl in der Literatur unterschiedlich behandelt, sollte man nur dann von einem Sekundärempfänger sprechen, wenn es sich um zwei abstimmbare Kreise handelt. Ist ein Kreis aperiodisch und kann man auf einen einfachen Apparat umstöpseln, spricht man dennoch von Primär- und Sekundärempfang. Genaugenommen schwingt die Antenne mit der Spule zusammen immer auf einer Frequenz. Damit vorhandene Probleme löste man früher auch mit **hochinduktiver Ankopplung**, also einer Antennenspule, die mit Sicherheit ihre Resonanz auf längeren Wellen als die zu empfangenden hat.

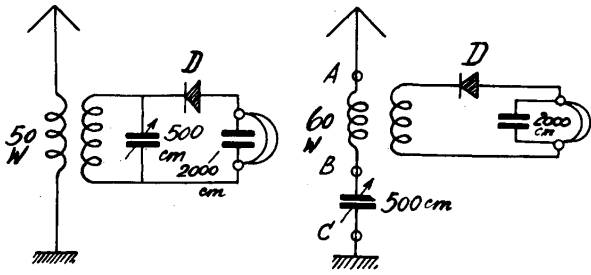


Bild «Z1» T16 [453307]  
Zwei Schaltungsvarianten des Primärempfängers mit induktiver Ankopplung an den Antennenkreis. Links aperiodische Antennenspule und abgestimmter Detektorkreis; rechts abgestimmter Antennenkreis und aperiodischer Detektorkreis

Meist verwendet man einen aperiodischen Antennenkreis und einen abgestimmten Detektorkreis wie das Bild links zeigt. Beim Empfänger rechts besteht der Antennenkreis aus einem seriellen, mit einem Drehkondensator abgestimmten Kreis. Der sekundäre Kreis ist angepasst, also nicht abgestimmt und heisst darum **aperiodischer Kreis**. Beide Formen benötigen eine enge Kopplung, um nicht zuviel Energie zu verlieren. Das heisst auch, dass die Ankopplungsspule fast so viele Windungen enthalten soll wie die Antennenkreisspule.

### Spielereien

Wenn schon, denn schon! Den korrekten Sekundärempfänger bauen wir mit zwei abgestimmten Kreisen. Um die Trennschärfe weiter zu erhöhen bzw. die Dämpfung durch den niederohmigen Kristall und Kopfhörer zu verringern, kommt der Detektorkreis wieder an einen Teil der Selbstinduktion zu liegen.

In [143] heisst es, dass mit dieser Anordnung schon vor 1932 auf Mittelwellen nach Einbruch der Dunkelheit 2-7 Sender lautstark

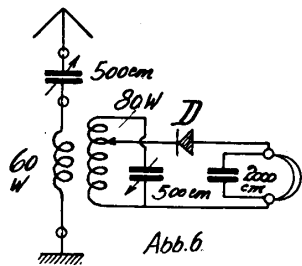


Bild «Z1» T17 [453307]  
Sekundärempfänger mit zwei abgestimmten Kreisen

und klar zu hören waren, darunter Stationen aus einer Distanz von 1350 km (Chelmsford) und 1700 km (Daventry)! Und das ohne Stromverbrauch und mit wenigen Bauteilen. Bei Detektorempfang verblüfft die Reinheit von Sprache und Musik. Obwohl man darüber diskutieren kann, ob dies sinnvoll ist, gibt es Schaltungen für Detektor-Empfänger mit einem Zwischenkreis - und **Tertiärempfänger** mit drei abgestimmten Kreisen.

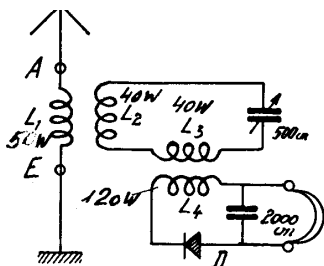


Bild «Z1» T18 [453307]  
Schaltung eines Zwischenkreisempfängers

Um die **Schwellspannung** des Detektors zu verringern, verlangt z.B. ein Karborundum-Detektor Vorspannung von 1,5 V über ein Potentiometer von 200 Ohm. Stromquelle und der volle Teil des Widerstandes befinden sich in Serie geschaltet. Zwischen Detektor und Kopfhörer ist die Leitung aufzutrennen. Das eine Ende des Stromkreises kommt an den Schleifkontakt des Potentiometers, das andere an eine fixierte Mittelabzapfung [453307].

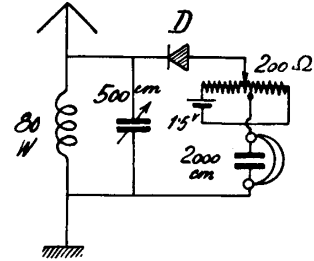


Bild «Z1» T19 [453307]  
Karborundum-Detektor mit Vorspannung

Bei Einsatz von zwei Zellen fällt die fixierte Mittelabzapfung weg; der Detektor kommt zwischen die beiden Elemente [112]. Das Potentiometer soll dann einen Widerstand von ca. 700 Ohm aufweisen.

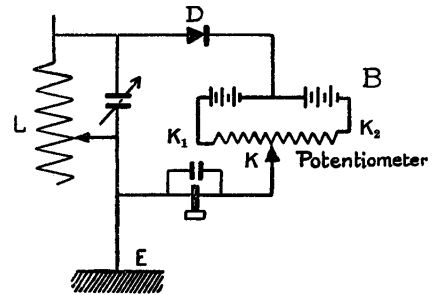


Bild «Z1» T2 [112-73]  
Karborundum-Detektor mit Vorspannung und einfachem Potentiometer

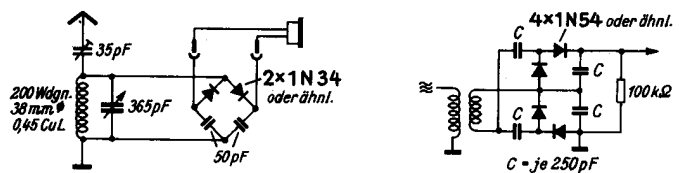


Bild «Z1» T103 [238]  
Detektorempfänger mit Zweiweg-Demodulation und Demodulation mit Spannungsvervierfachung

Eine **Zweiweg-Gleichrichtung** ist möglich; wir verwenden dabei eine Brückenschaltung ähnlich der Graetz-Schaltung. Diese weist auf der einen Seite zwei Dioden (z.B. 1N34), auf der anderen Seite zwei Kondensatoren von 50 pF auf. Zwischen Kondensatoren und Dioden liegt der Kopfhörer, zwischen Diode und Diode bzw. C und C, der Schwingkreis. Eine (theoretische) **Spannungsvervierfachung** ist mit vier Dioden und vier Kondensatoren von je 250 pF zu erzielen [238].

**Kurzwellenempfang** verlangt besonders verlustarmen Aufbau. Für Empfang von FM in UKW ist eine Antennenspule und variable Kopplung zur Antennenanpassung vorzusehen. Durch die galvanische Trennung und die Abstimmung auf einer Flanke der Resonanzkurve erfolgt die richtige Demodulation.

Um das Ende der 50er Jahre befasst sich die **Funkschau** in einigen Artikeln mit dem passiven Transistor-Detektor-Empfänger und dem **durch den Ortssender gespeisten Transistor-Empfänger** [605618, 605707, 605709, 605819, 606102, 6062-108]. Die Idee stammt von H.E. **Hollmann** aus Los Angeles (**Radio-Electronics** 1956, Heft 18).

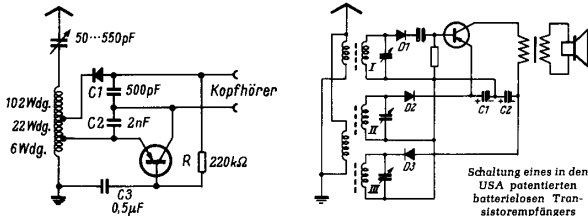


Bild «Z1» T112 [606205 + 606102] Detektor-Transistor-Empfänger ohne Batterie. Die Spule für MW wickelt man auf einen Stab für Ferritantenne. C2 ergibt den richtigen Arbeitspunkt für den Transistor. Die zweite Schaltung (von L.R. Crump, USA, Radio-Electronics, Feb. 1960) verwendet zwei Ortssender als Spannungsquelle, während Kreis 1 zum Empfang einer beliebigen Station dient.

Eine Diode richtet die Spannung des Ortssenders oder die aperiodisch gewonnene Antennenspannung gleich. Die so gewonnene Energie treibt einen Transistor, den ein Sender auf dem beliebig abgestimmten Kreis steuert. Dabei kann Rückkopplung zum Einsatz kommen.

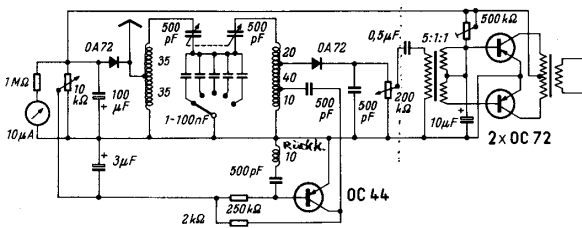


Bild «Z1» T113 [605819] Trennscharfer Empfang dank Rückkopplung. Um guten Empfang zu erhalten sind die beiden Drehkos separat auf Speise- und Empfangsender abzustimmen. Der komplizierte NF-Aufbau lohnt sich nur in Nähe mehrerer Ortssender (z.B. Berlin). Man wählt normalerweise Kopfhörerempfang ab dem 200-Kilohm-Poti.

Die **Funkschau** weist darauf hin, dass gemäss Postvorschriften in Deutschland die Verwendung von Antennenenergie zu anderen Zwecken als zum Empfang des betreffenden Senders verboten ist!

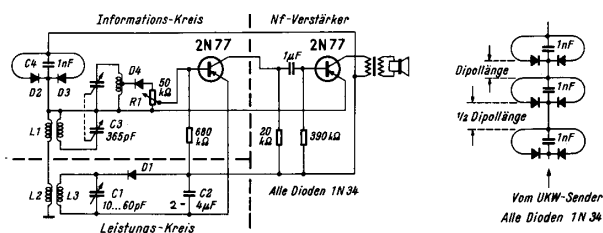


Bild «Z1» T114 [605823] Rundfunkempfänger mit zwei NF-Stufen. Speisung durch Betriebsspannung eines nahegelegenen UKW-Senders. Bei Einsatz einer 3-Element-Faltdipol-Antenne sind 3 mW Leistung gut möglich. Dioden mit geringer Eigenkapazität und hohem Sperrwiderstand sind zu verwenden. C4 stimmt man auf den UKW-Sender ab, wie auch den breitbandigen Kreis L3 / C1 mit loser Kopplung zu L2.

## Low-loss-Empfänger

Diesen Begriff prägen - wie viele Ausdrücke in der Funktechnik - die Amerikaner. Er bezeichnet den möglichst verlustfreien Aufbau. Verluste erzeugen z.B. Kreis-Leitungswiderstände, die den Schwingkreis bedämpfen - und die mangelhaften Isolationen. Mitte der 20er Jahre spielt das Low-loss-Prinzip eine grosse Rolle.

Ein Detektor dient normalerweise zum Empfangen der lokalen Station, darum kann man in Frage stellen, ob es sich lohnt, einen Apparat mit dem Prinzip der kleinsten Verluste zu bauen. Trotzdem gibt es Low-loss-Detektoren. Diese Bauweise steigert die Trennschärfe sehr; komplizierte Schaltungen erübrigen sich oft. Eine gute **Erdverbindung** ist meist schwieriger zu erreichen als eine gute Antenne. Aber auf diese beiden Punkte kommt es beim Low-loss-Konzept in erster Linie an!

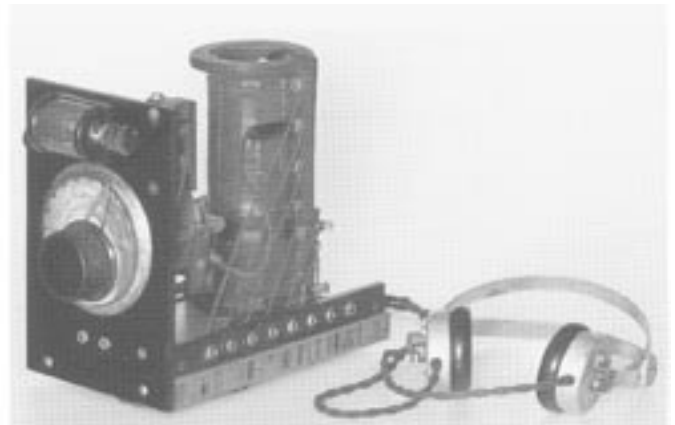


Bild «Z1» T115 [Sammlung Erb/Heigl] Low-loss-Detektor, Selbstbaugerät aus 1926

Etwa Mitte der 70er Jahre konnte ich einen typischen Low-loss-Detektor erwerben. Es handelt sich um einen Selbstbau. Für viele Sammler ist dies eine Abwertung, weil sie Geräte mit Firmenaufdruck bevorzugen. Viele Jahre später fand ich den ersten Jahrgang der **Radio-Zeitung (und Radio-Journal)**, einer schweizerischen Zeitschrift für «Radio-Amateure». Diese gebundene Sammlung [3626] von 1926 stellt in Fortsetzungen den Bauvorschlag für einen Low-loss-Detektor vor. Die Abbildung des fertigen Gerätes kam mir sehr bekannt vor und siehe da, sie war praktisch identisch mit meinem Gerät.

Der Empfänger ist aus zwei übereinandergestellten, freien Spulen aus dickem, viereckigen Kupferdraht gefertigt. Ein hochwertiger Drehko kam zur Verwendung. Über einen Stöpsel wählt man Primär- oder Sekundärempfang. Für den Sekundärempfang stehen verschiedene Abgriffbuchsen zur Verfügung. Ein weiteres Buchsenpaar lässt das Aufstecken einer zusätzlichen Spule für Langwellenempfang zu. Den Detektor bildet ein steckbarer **Red Star, Made in Baden** mit Nonius (feines Einstellgewinde) und einem Röhrchen aus zelluloidartigem Material. Auch ein Selbstbaugerät kann interessante Hintergründe aufdecken.

## Röhrendiode

Jede der oben für den Detektor gezeigte Anordnung gilt sinngemäss für eine Röhrendiode. Der Effekt vergrössert sich nicht. Die Röhrendiode dient beim Super für die Gleichrichtung der ZF (Zwischenfrequenz). Später ist sie in einer Verstärker- röhre untergebracht. Zwei oder drei in einer Verbundröhre un-

tergebrachte Dioden sorgen für AM- und FM-Empfang und/oder Gewinnung der Regelspannung.

Durch Verbindung des Gitters mit der Anode lässt sich die Triode als Diode einsetzen. Als «Detektor» benötigt man so lediglich eine Heizspannung, keine Anodenspannung. Die Amplitude wirkt direkt auf das (nähere) Gitter ein; es ergibt sich nur bei der positiven Halbwelle ein Gitterstrom (und Anodenstrom), der allerdings nicht zur Verstärkung kommt. Besonders in den USA führen einige der ersten Super Trioden mit der beschriebenen Verbindung von Gitter und Anode zur Gleichrichtung der ZF.

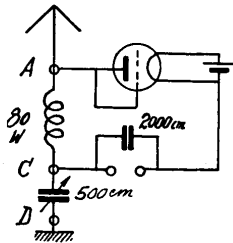


Bild «Z1» T20 [45,9]  
Röhrendetektor ohne Anodenspannung

Auszug aus dem Fachbuch «Radios von gestern»  
(Ernst Erb)

Wir haben die Seitennummerierung so eingesetzt, dass sie dem Buch entspricht. Damit können sich Leerstellen (zu Beginn oder am Ende) ergeben.

Sie sind eingeladen, Fehler in diesem Buch zu melden oder den fachartikeln Zusätze in Ihrem Namen anzufügen. Dazu können wir Ihnen die Schreibrechte einstellen. Fehlerkorrekturen möchten wir in einem günstigen Arbeitsbuch mit einfließen lassen, sobald die jetzige Form (3.Auflage) ausverkauft ist. Zusatzartikel verbleiben aber hier, da wir die Seiteneinteilung grundsätzlich auch im neuen Buch einhalten wollen.

Benutzen Sie das Feldstecher-Symbol, um Suchbegriffe sofort zu finden.

Kritiken über das Buch finden Sie über [www.amazon.de](http://www.amazon.de). Bestellen können Sie es direkt bei der Verlagsauslieferung, die täglich per Post gegen Rechnung Bücher ausliefert: HEROLD-Oberhaching@t-online.de oder HEROLD@heroldva.de. Da ist auch der Radiokatalog Band 1 zu haben.

Copyright Ernst Erb

[www.radiomuseum.org](http://www.radiomuseum.org)