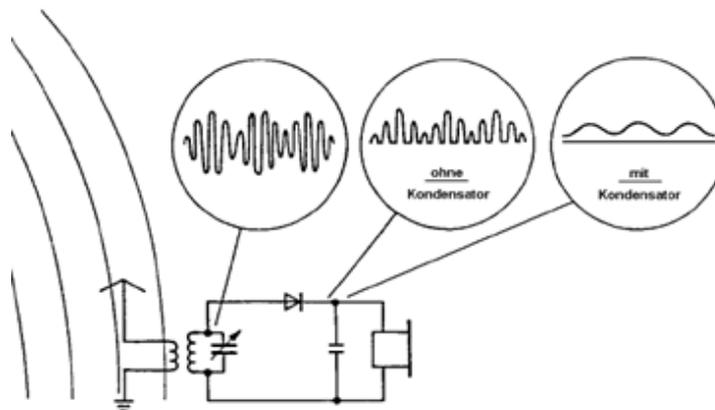




2012 - xx:xx Uhr
Workshop bei DLØWH:

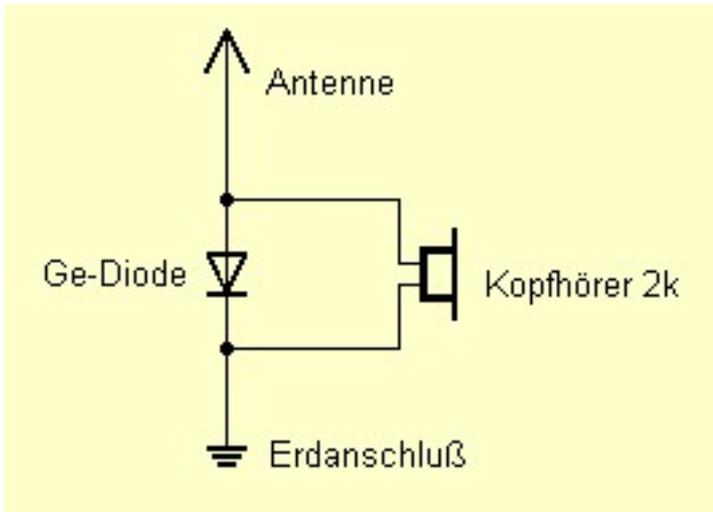
Mitmach - Workshop Detektorempfänger

Funktechnik Grundlagen
einfach verstehen



© Günter Fred Mandel
dl4zao

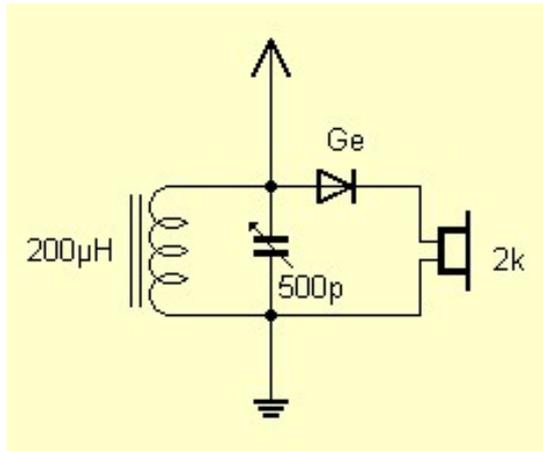
Der einfachste Empfänger



Der einfachste Empfänger besteht nur aus einer langen Antenne, einem Erdanschluß, einer Germanium- oder Kleinsignal Schottky-Diode und einem Kopfhörer. Die Stromversorgung erfolgt durch die Antenne selbst. Sie muß daher relativ lang sein. Meist reicht ein ausgespannter Draht von ca. 10 Metern.

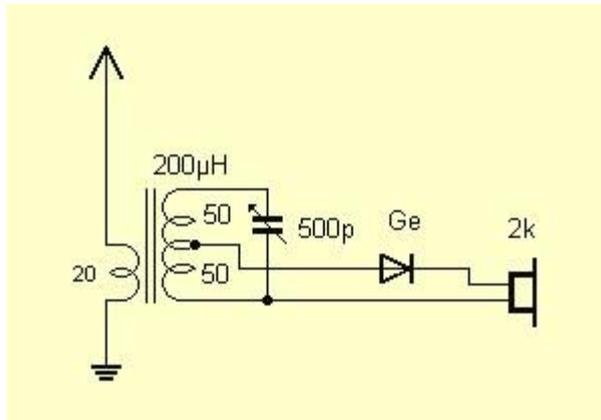
Das einfache Radio ist nicht selektiv, d.h. es empfängt alle starken Sender gleichzeitig. Wenn nicht ein starker Sender in der Nähe alle anderen übertönt, hört man vor allem abends sehr viele Sender, die in ihrer Lautstärke schwanken.

Ein Schwingkreis zur Senderauswahl



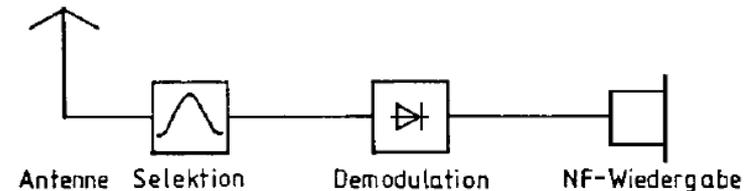
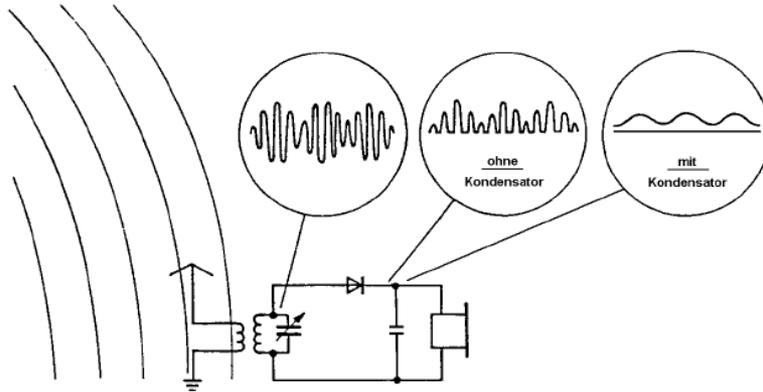
- Ein Empfänger hat drei wesentliche Aufgaben zu erfüllen:
- Auswahl des gewünschten Senders und Trennung von anderen
 - Demodulation
 - Wiedergabe als hörbares Audio Signal

Die gewünschte Selektion erreicht man durch einen Schwingkreis aus Spule und Drehkondensator. Die Schaltung ermöglicht noch keine sehr scharfe Trennung von Sendern, weil der Schwingkreis durch den direkten Anschluß der Diode zu stark bedämpft wird.



Abhilfe schafft eine Anzapfung der Spule. Auch die Antenne sollte nun an eine eigene kleine Wicklung angeschlossen werden. Im Schwingkreis schwingt nun eine wesentlich größere (Blind-) Leistung, als von der Antenne zugeführt und über die Diode entnommen wird. Damit ergibt sich eine geringe Dämpfung, eine kleine Bandbreite und damit eine bessere Trennschärfe.

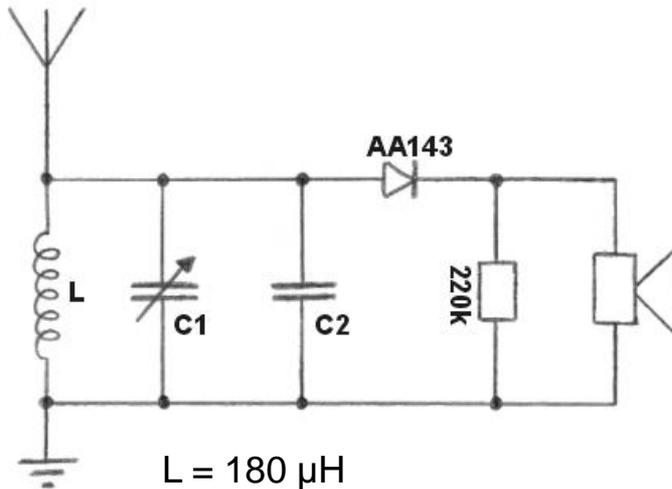
So funktioniert also der Detektorempfänger



Die Antenne fängt die Hochfrequenzenergie auf.

Mit einer Spule oder einem Kondensator wird diese in einen Schwingkreis eingekoppelt, der mit einem Drehkondensator auf die Empfangsfrequenz abgestimmt ist (**Selektion**). Eine Diode lässt nur die positiven (oder negativen) Halbwellen zum angeschlossenen Kopfhörer durch und trennt dadurch die im schwankenden Mittelwert steckende Modulation vom Träger (**Demodulation**). Mit einem Kondensator wird der hochfrequente Anteil dieses gleichgerichteten Signals beseitigt (NF-Bandbegrenzung). Der Kopfhörer ist das Wiedergabe-Organ des RX.

Beispiel eines abstimmbaren Detektorempfängers



$L = 180 \mu\text{H}$
 $C1 = \text{Drehko } 20..500 \text{ pF}$
 $C2 = \text{Kondensator } 470 \text{ pF}$

Eine Radiowelle induziert zwischen Antenne und Erde eine Wechselfspannung. Das amplitudenmodulierte HF-Signal wird durch eine Germanium-Diode demoduliert und die NF über einen Piezo-Ohrhörer ausgegeben.

Zur Auswahl der Empfangsfrequenz (Selektion) dient ein Schwingkreis bestehend aus der Induktivität L und den Kapazitäten $C1$, $C2$, dessen Resonanzfrequenz durch den einstellbaren Kondensator $C1$ abgestimmt werden kann.

Zur Erweiterung des einstellbaren Frequenzbereichs kann der Kondensator $C2$ parallelgeschaltet werden.

Die gesamte Schaltung kann auf einem Holzbrett aufgebaut werden, als Lötunkte dienen ins Holz gesteckte Reissnägeln.



Was braucht man, um ein Detektorradio zu bauen?

Detektorempfang ist eine Wissenschaft. Das zeigt der Artikel:
[„Zeitgemäßer Detektorempfang“](#), von 1947, Autor Ing. G. Mende.

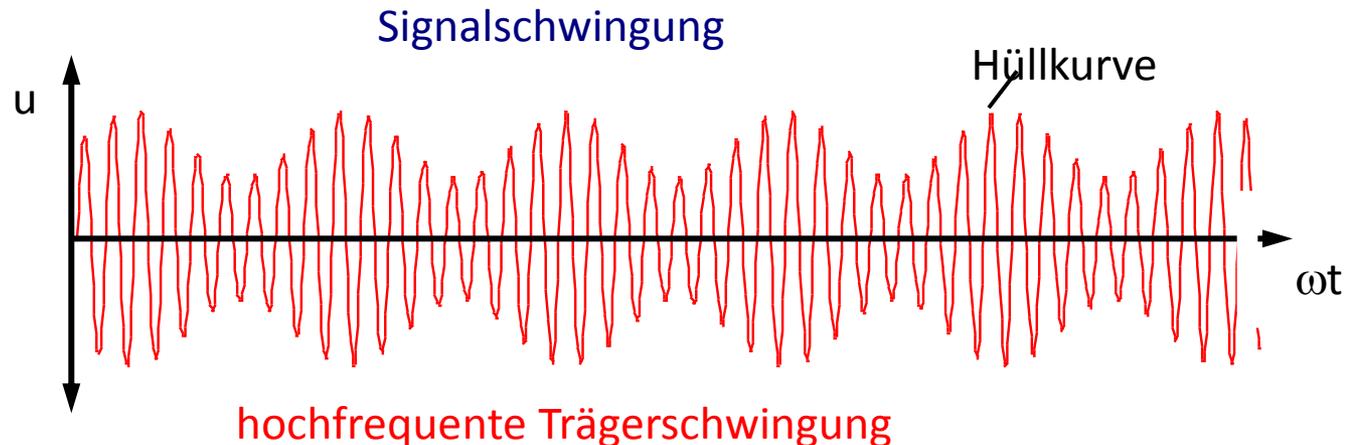
außer guten Ohren



- Spule,
- Drehkondensator
- Diode
- Hörer
- etwas Grundlagenwissen über
Modulation, Schwingkreis,
Bandfilter, Bandbreite und Güte

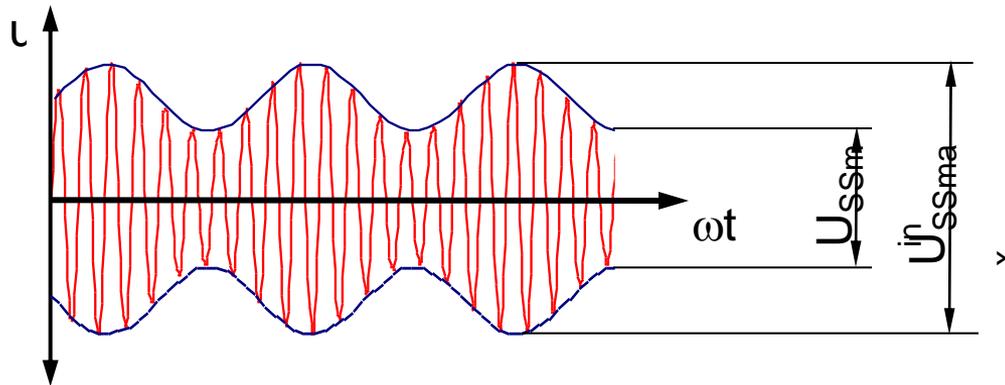
Amplituden-Modulation (A3E)

Antennen sind nur in der Lage, hochfrequente elektromagnetische Energie abzustrahlen und zu empfangen. Niederfrequente Schwingungen, etwa Tonfrequenz (30 Hz – 12 kHz) können nicht mit ausreichender Energie abgestrahlt werden. Eine hochfrequente Strahlung allein überträgt keine Signale. Ihr können aber Signale, z.B. Tonfrequenzen, aufgeprägt werden. Ein solches Verfahren nennt man Modulation. Es gibt zahlreiche Modulationsverfahren. Das älteste und einfachste ist die Amplitudenmodulation.



Die Amplitudenmodulation wird in der Rundfunktechnik im Lang-, Mittel- und Kurzwellenrundfunk und in der Fernsehtechnik zur Übertragung des Bildsignals angewandt. Bei der Amplitudenmodulation wird die hochfrequente Trägerschwingung durch die niederfrequente Signalschwingung verändert. Die Frequenz der Trägerschwingung bleibt konstant, die Signalschwingung ändert sich.

Modulationsgrad m

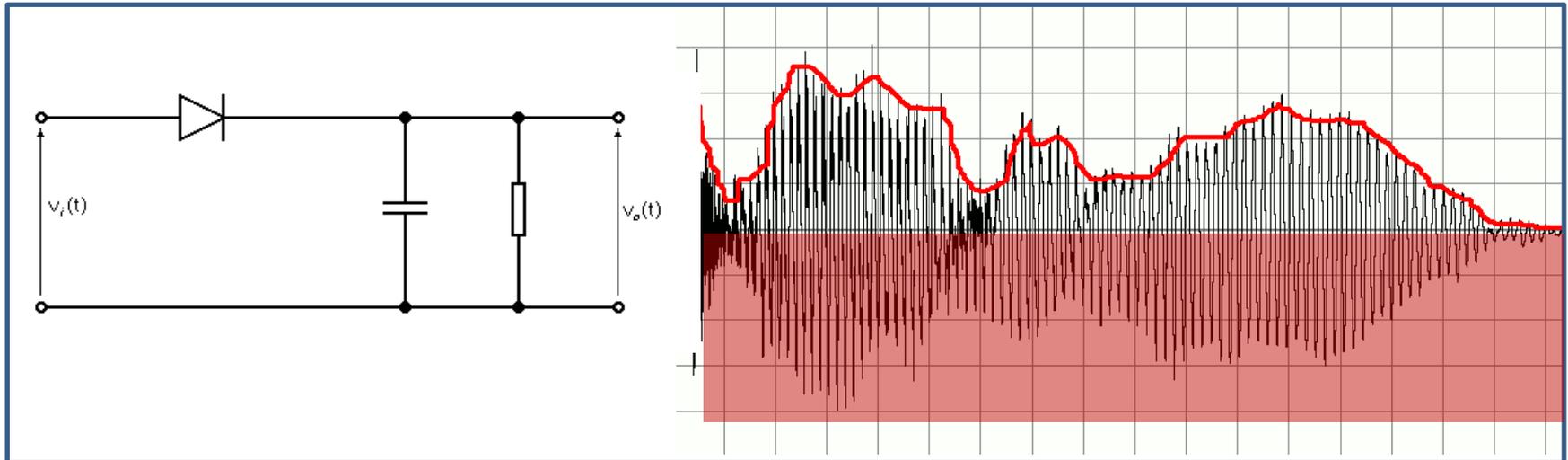


$$m = \frac{U_{SS\max} - U_{SS\min}}{U_{SS\max} + U_{SS\min}}$$

Der Modulationsgrad ist das Verhältnis der Amplitude der Signalschwingung zur Amplitude der unmodulierten Trägerschwingung.

Bei Rundfunkempfängern wird die Lautstärke durch den Modulationsgrad, die Tonhöhe durch die Frequenz der aufmodulierten NF-Signalschwingung bestimmt.

AM-Demodulation mit dem Hüllkurvendetektor



Ein Hüllkurvendemodulator wird im einfachsten Fall mittels einer Diode als Gleichrichter für das Eingangssignal realisiert. Diese lässt nur eine Polarität des hochfrequenten Empfangssignales passieren, so dass nur noch die obere Hälfte der Hochfrequenzschwingungen verbleibt. Danach folgt ein Tiefpass zur Entfernung des hochfrequenten Trägersignales. Als Ergebnis entsteht wieder das ursprüngliche Modulationssignal wie zum Beispiel Sprache, Musik oder Morsezeichen. Das Signal (rote Kurve) ist lediglich von einer Gleichspannung (dem mittleren Pegel der Hochfrequenz) überlagert, die durch einen nachfolgenden Koppelkondensator entfernt werden kann.

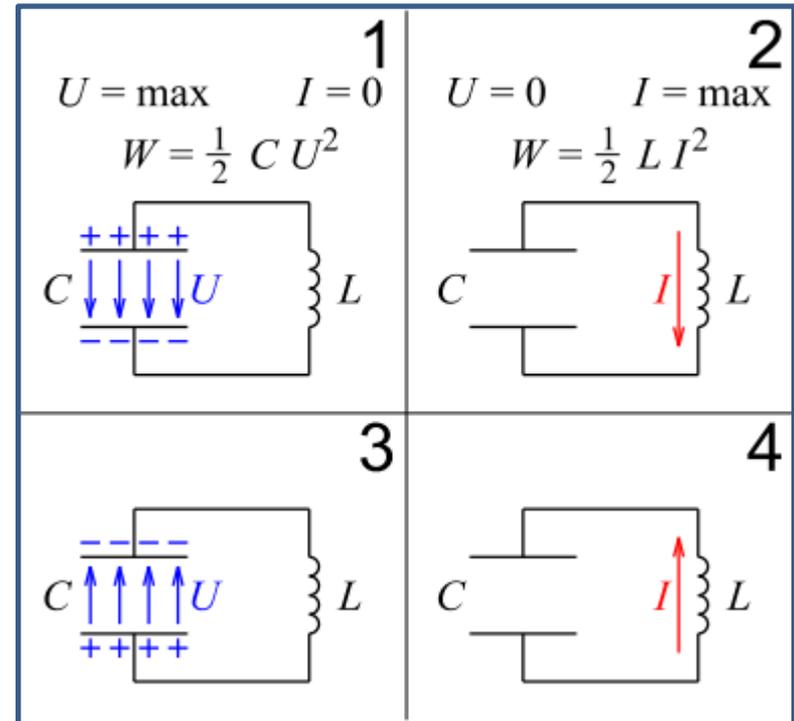
Die Funktion der Diode lässt sich durch folgendes Gedankenexperiment verdeutlichen: Würde das Empfangssignal direkt auf den Tiefpass gegeben, so würden positive und negative Amplitudenschwankungen einander aufheben (siehe Bild). Das Ergebnis wäre 0 - man würde nichts hören.

Der Parallel-Schwingkreis

Ein elektrischer Schwingkreis ist eine resonanzfähige elektrische Schaltung aus einer Spule (L) und einem Kondensator (C). Bei diesem LC-Schwingkreis wird Energie zwischen dem magnetischen Feld der Spule und dem elektrischen Feld des Kondensators periodisch ausgetauscht, wodurch abwechselnd hohe Stromstärke oder hohe Spannung auftreten. Die Frequenz, mit der sich dies periodisch wiederholt, heißt Resonanzfrequenz.

Bei der Resonanz sind der kapazitive Widerstand des Kondensators und der induktive Widerstand der Spule gleich groß: $X_L = X_C$. Die Resonanzfrequenz errechnet man daher nach der Formel

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

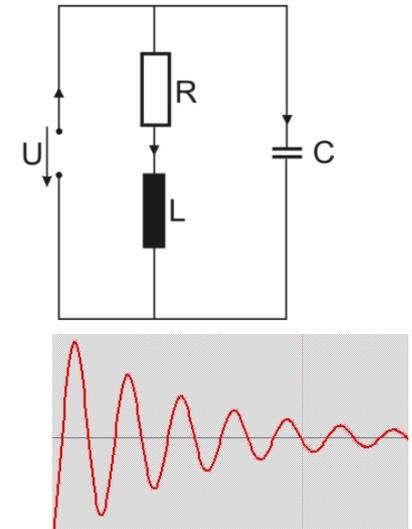


Im Resonanzfall kommt es zur Überhöhung der Ströme durch den Kondensator und die Spule. Das Verhältnis der Stromüberhöhung nennt man die Güte Q. Der von außen zugeführte Strom ist im Resonanzfall minimal. Der reale Schwingkreis wirkt nach Außen bei seiner Resonanzfrequenz wie ein hoher ohmscher Widerstand.

Realer Schwingkreis – Güte und Bandbreite

Je länger in einem angestoßenen Schwingkreis die Energie pendelt, desto höher ist seine (Leerlauf) Güte. Für den Energieverlust in Form von Wärme ist überwiegend der Wirkwiderstand der Spule verantwortlich. Die Schwingkreisgüte wird also letztlich von der Güte der Spule bestimmt. Sie ist definiert als das Verhältnis des induktiven Blindwiderstands zum Wirkwiderstand der Spule.

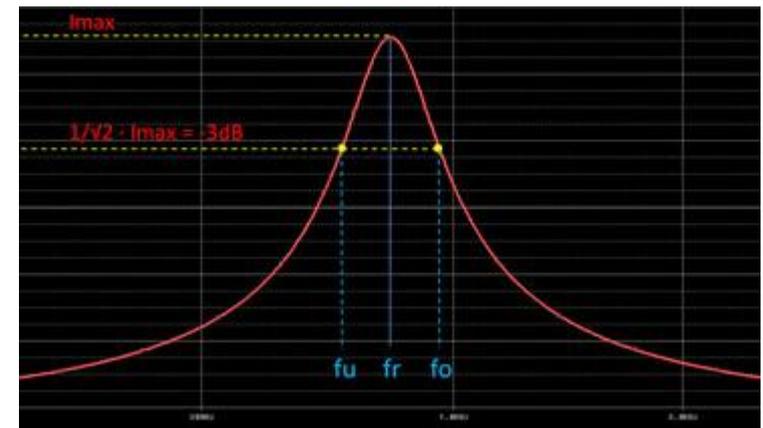
Die Güte sinkt auch bei Energieentnahme durch äußere Beschaltung (Betriebs-Güte)



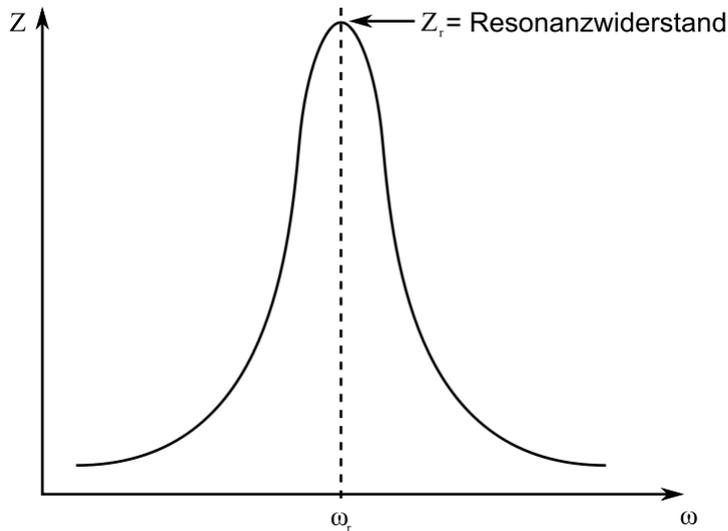
Der Bereich zwischen den beiden Grenzfrequenzen, bei denen der Strom im Kreis auf das 0,71 fache abgesunken (-3dB) ist, nennt man Bandbreite.

Die Bandbreite „B“ eines Schwingkreises ist umgekehrt proportional zur Kreis-Güte.

$$B = f_r / Q$$

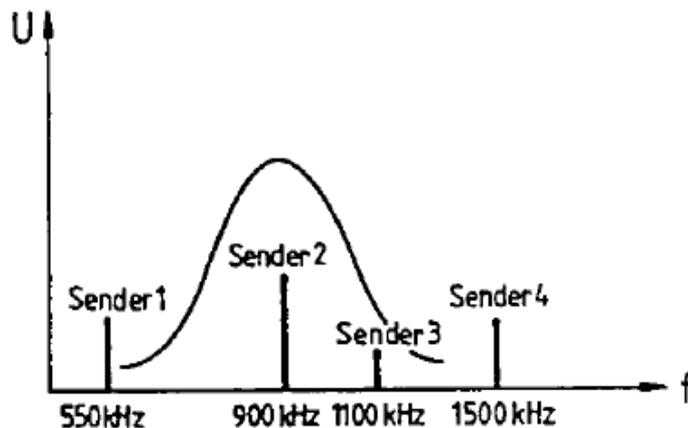


Schwingkreis als Element zur Selektion

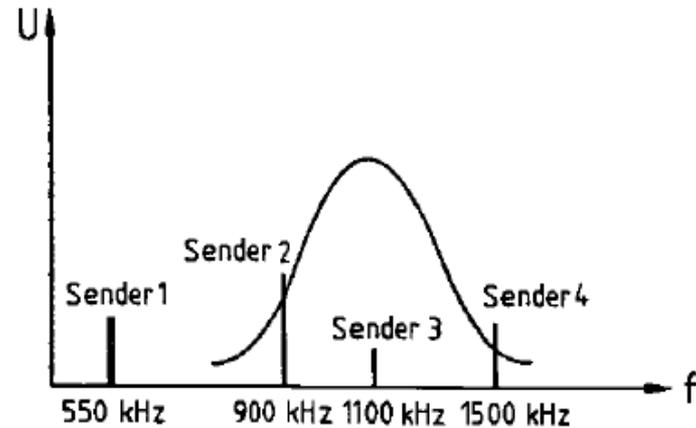


Nutzung der Resonanzüberhöhung zur Trennung der Empfangssignale von verschiedenen Sendern. Dazu wird der Schwingkreis auf Resonanz mit der gewünschten Empfangsfrequenz ω_r abgestimmt.

Die Selektionsfähigkeit eines Schwingkreises, also seine Bandbreite, wird durch seine Betriebsgüte bestimmt. Eine gute Betriebsgüte erreicht man durch eine hohe Leerlaufgüte bei geringer Belastung durch äußere Beschaltung.



Abstimmung auf 900 kHz

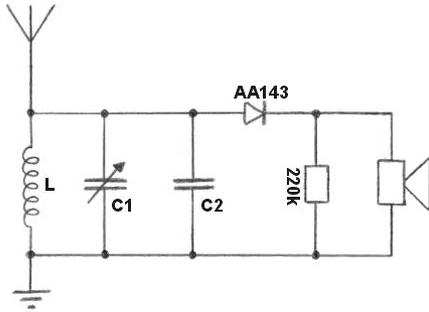


Abstimmung auf 1100 kHz

Kompakt die Eigenschaften des Parallelschwingkreises

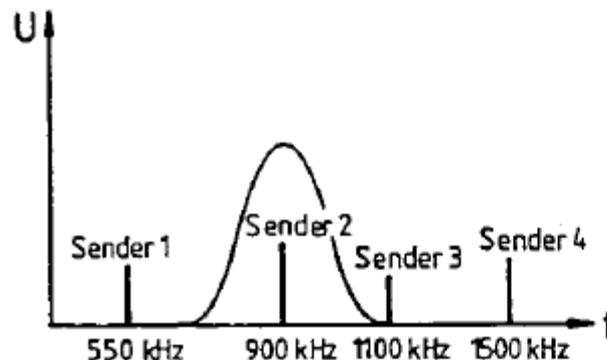
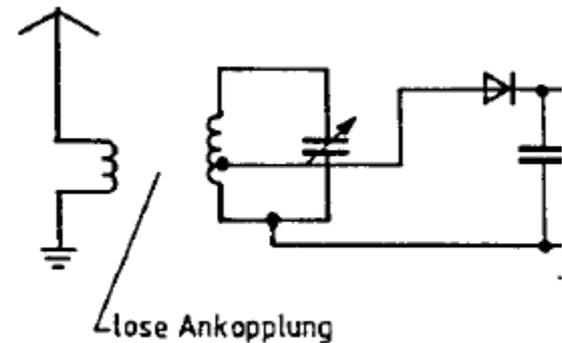
- Im Resonanzfall wirkt ein Parallelschwingkreis wie ein ohmscher Widerstand.
- Die Impedanz des Parallelkreises hat bei Resonanz ihren größten Wert.
- Im Resonanzfall ist der in den Kreis fließende Zuleitungsstrom am kleinsten.
- Durch Resonanzüberhöhung sind die Zweigströme im Kreis höher als der Gesamtstrom.
- Ohne Zusatzbeschaltung (Belastung) wird die Kreisgüte überwiegend vom Verlustwiderstand der Spule bestimmt.
- Die Bandbreite ist umgekehrt proportional zur Kreisgüte.
- Wird der Parallelkreis durch äußere Beschaltung belastet, sinkt die Leerlauf Kreisgüte. Die geringere Güte des belasteten Kreises nennt man Betriebsgüte.
- Durch Belastung des Parallelkreises verbreitert sich die Bandbreite des Kreises

Verbesserung der Selektion durch lose Kopplung



Nachteilig bei einer „Einkreiser“ Schaltung ist die relativ große Bandbreite des Selektionsfilters durch die Belastung des Kreises, so daß mehrere Sender gleichzeitig zu hören sind - es sei denn, der gewünschte Sender ist besonders stark und damit auch lauter als die anderen.

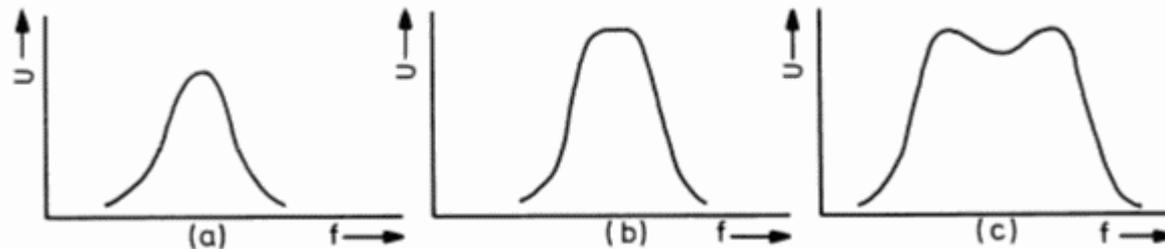
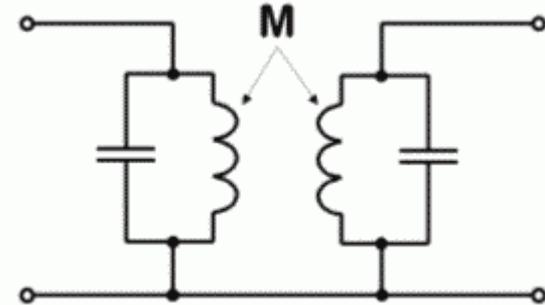
Abhilfe schafft ein Schwingkreis mit höherer Betriebsgüte, was man durch eine lose Ankopplung der Antenne und des Demodulators erreicht. Erkauft wird das mit einem „leiseren“ Signal nach der Diode, denn dem Schwingkreis wird ja weniger Energie entnommen (er wird weniger bedämpft).



bessere Trennschärfe durch lose Ankopplung

Bessere Selektion durch ein Zweikreis Bandfilter

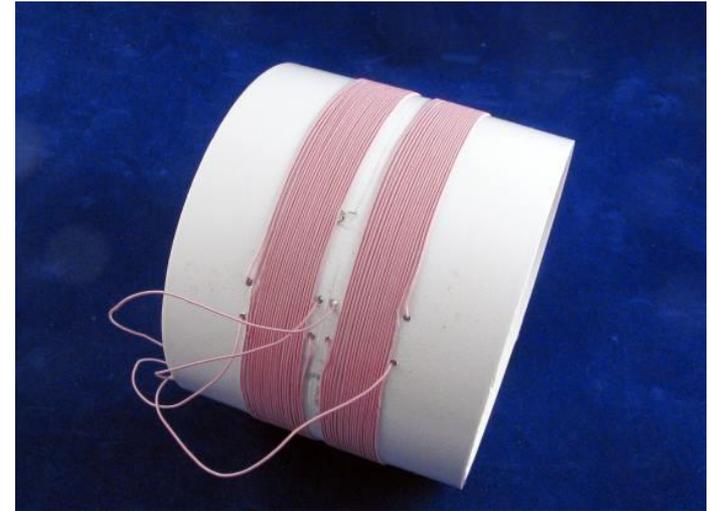
Koppelt man zwei Parallelschwingkreise in bestimmter Weise, nennt man die entstehende Schaltung Bandfilter. Die Schaltung heißt deshalb Bandfilter, weil sie ein bestimmtes Frequenzband (Frequenzbereich) durchlässt und die anderen Frequenzen sperrt.



Je nachdem, wie fest man die Schwingkreise miteinander koppelt (Kopplungsgrad M), erhält man unterschiedliche Bandbreiten des Bandfilters. Bei fester Kopplung (überkritische Kopplung) entsteht eine Einsattelung der Resonanzkurve (c). Bei der kritischen Kopplung hat die Kurve ein waagerechtes Dach (b) und bei unterkritischer Kopplung oder loser Kopplung erhält man die Resonanzkurve wie bei einem Einzelkreis (a) und die übertragene Spannung wird geringer.

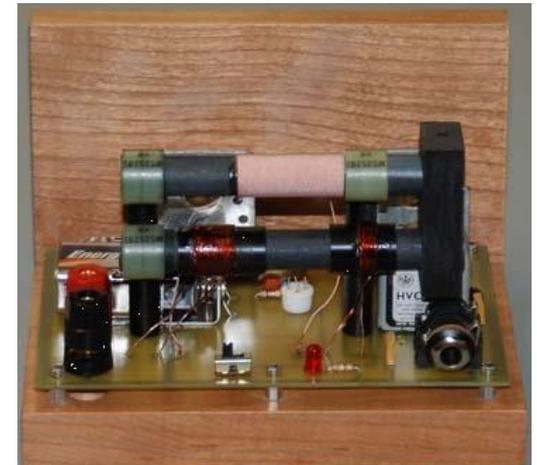
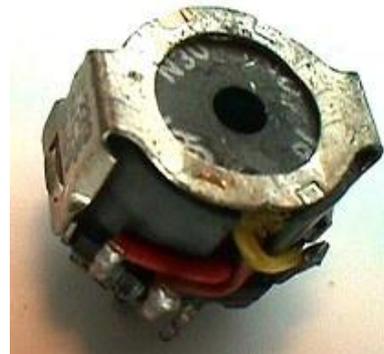
Die Spule - das qualitätsbestimmende Element

Die Zylinderspule – die Mutter aller Spulen. Um hohe Güten zu erreichen bewickelt man sie am besten mit HF-Litze. Als Spulenkörper eignen sich gut Kunststoffe mit niedrigen elektrischen Verlusten (PE, Styrol, Acryl). Mit Anzapfungen versehen, kann man mit verschiedene Ankopplungen experimentieren und die Kreisbelastung damit optimieren. Zylinderspulen haben eine relativ hohe Eigenkapazität, die den Abstimmbereich einschränkt. Verbesserung: die Spule in Abschnitte aufteilen. Ein kleiner Abstand zwischen den Windungen bringt auch eine Verbesserung.



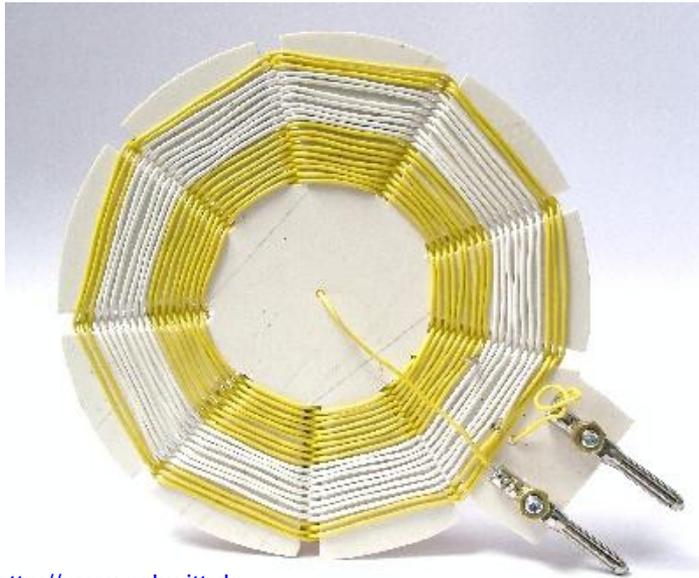
<http://www.makearadio.com>

Spulenkörper mit Ferritkernen oder Ferrit-Schalenkernen erreichen gute Gütewerte bei kleinen Maßen. Auch auf Ferritstäbe oder Ringkerne lässt sich gut eine Spule wickeln. Oft findet man eine passende Spule in der Bastelkiste.

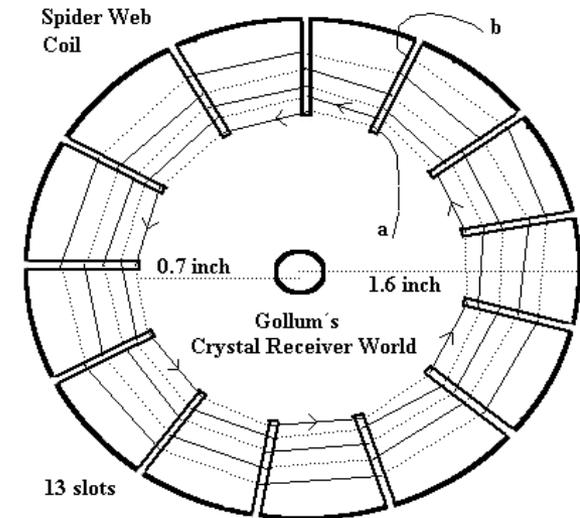


<http://www.hobbytech.com/crystalradio/crystalradio.htm>

Spulen mit hoher Güte - Spinnennetz Spulen



<http://www.schwitt.de>



<http://www.olderadioworld.de>

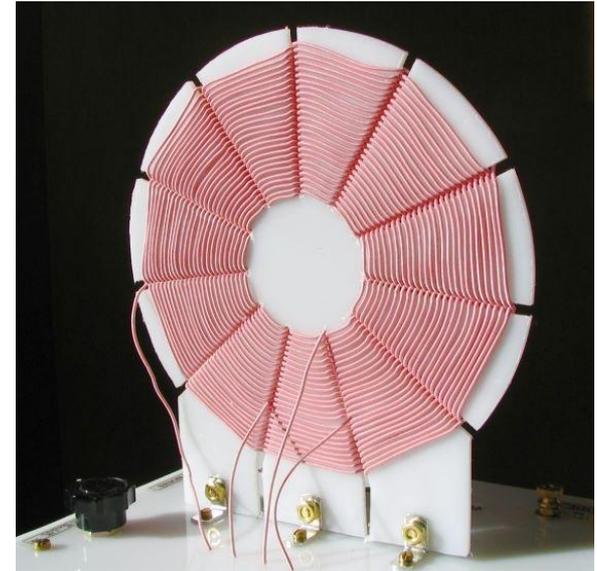
Spinnennetzspulen mit vielpaariger HF-Litze bewickelt erreichen hohe Gütewerte. Als Trägermaterial bringt Polystyrol beste Güten. Ebenfalls gut Acrylglas (Plexiglas) oder HDPE, was auch gut zu verarbeiten ist. Notfalls geht auch Balsaholz oder ein Bierdeckel, was aber nicht gerade die besten Gütewerte garantiert. Wichtig: gleichmaessig justierter Abstand der Draehnte. Der Draht muss an jeder Schlitzstelle wechseln. Ein gleichmaessiger Abstand ist fuer eine geringe Eigenkapazitaet der Spule wichtig

Bauanleitung für Spinnennetzspulen hier: <http://www.olderadioworld.de/gollum/spider.htm>

Bei Reinhöfer Electronic gibt es fertige Spulenkörper als Bausatz. Auf der Seite findet man auch umfangreiche Messkurven von gemessenen Güten mit diversen HF-Litzen.

Kontraspulen – der letzte Schrei

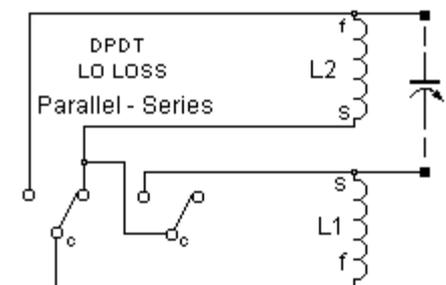
In ihrer einfachsten Form besteht die Kontraspule aus zwei Spulen auf demselben Spulenkörper, die allerdings im entgegengesetzten Sinn gewickelt sind. Um den unteren Bandbereich abzudecken, werden sie in Serie geschaltet, für den oberen Bandbereich parallel. Das Geheimnis liegt darin, wie die Spulen gewickelt und verbunden werden. Erreicht werden geringere Verluste und eine höhere Spulengüte Q , und auch der Drehkondensator arbeitet so in einem günstigen Bereich, was die Verluste weiter reduziert. Im oberen Teil des MW-Bandes wird durch die Parallelschaltung die Zahl der Litzenadern verdoppelt. Die Wicklungen beginnen in der Mitte und gehen – gegensinnig – nach außen. Das heißt, dass beide Spulen, von der Mitte aus gesehen, in dieselbe Richtung gewickelt werden, woraus sich die gegensinnigen Wicklungen ergeben.



Um die Spulen in Serie zu schalten, verbindet man den Anfang einer Spule mit dem Ende der anderen. Die beiden anderen Drähte werden mit der Schaltung verbunden. Für Parallelbetrieb werden die beiden Anfänge miteinander verbunden, ebenso die beiden Enden. Die beiden Verbindungen werden dann mit der Schaltung verbunden.

Wenn die Spulen in Serie geschaltet sind, addieren sich die Induktivitäten (plus gegenseitige Kopplung), weil sie gleichphasig sind. Nur die Verbindungsdrähte gehen zu anderen Punkten des Spulenkörpers als gewöhnlich. Auch wenn die Spulen parallel geschaltet sind, sind sie in Phase, aber ihre Induktivität beträgt nur noch ein Viertel. Mehr zum Bau hier:

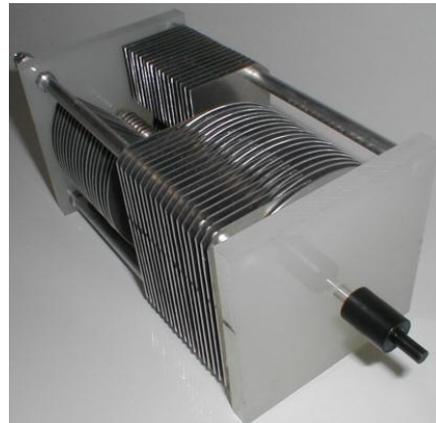
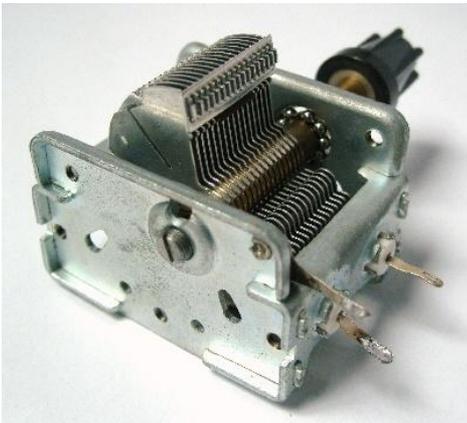
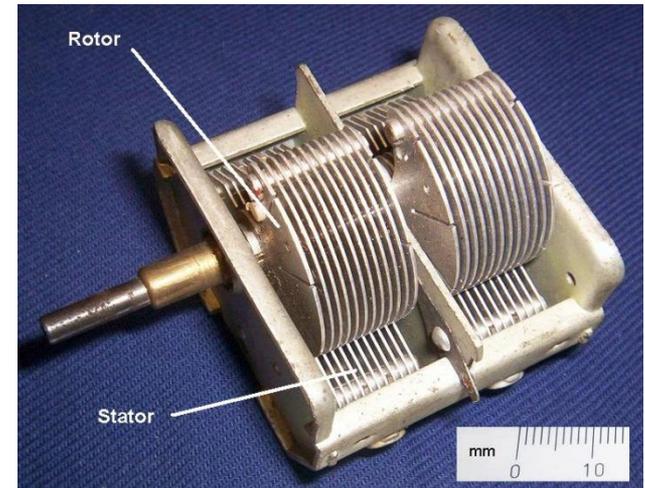
<http://makearadio.com/coils/kontraspulen.php>



Contra-Coil Hookup (c) 2006, D. Schmarder

Der Drehkondensator

Drehkondensatoren, meist kurz „Drehkos“ genannt, sind einstellbare Kondensatoren, deren Kapazität in definierten Grenzen mechanisch stufenlos einstellbar ist. Die Kapazitätsänderung erfolgt durch Änderung der kapazitiv wirksamen Fläche. Das meist verwendete Dielektrikum für Drehkondensatoren ist Luft. Ganz früher wurde auch Hartpapier verwendet. In vielen Transistorradios findet man oft günstige Drehkos mit Plastikdielektrikum. Gute Luft-Drehkos haben weniger Verluste als Plastikdrehkos.



Der Drehko beeinflusst auch die Schwingkreisgüte. Der Stator soll Keramikisolatoren haben. Immer den Rotorkontakt mit dem kalten Ende „Masse“ verbinden, damit entfällt die „Handempfindlichkeit“

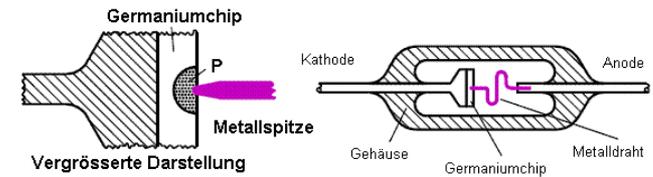
Die Detektordiode

In den ersten Jahren verwendete man einen Kristalldetektor zur Demodulation. Diese Aufgabe wird heute von einer Diode übernommen. Es gibt nicht die "bessere" oder "schlechtere" Diode sondern es hängt von der konkreten Schaltung ab, ob diese oder jene Diode besser geeignet ist. Hier ist Experimentieren angesagt. Es muss auf jeden Fall eine Diode mit einer niedrigen Schwellenspannung sein.

Am besten geeignet sind die klassischen Germaniumspitzendioden, wie 1N34A, AA112, AA119, AA143, FO215, OA 47, OA625, GA100, Alternativ die gut erhältlichen modernen Silizium Schottky-Dioden wie z.B.: BAT43, BAT48, HP5082-2835, HSMS -2820 (SMD), SD103C, 1SS16

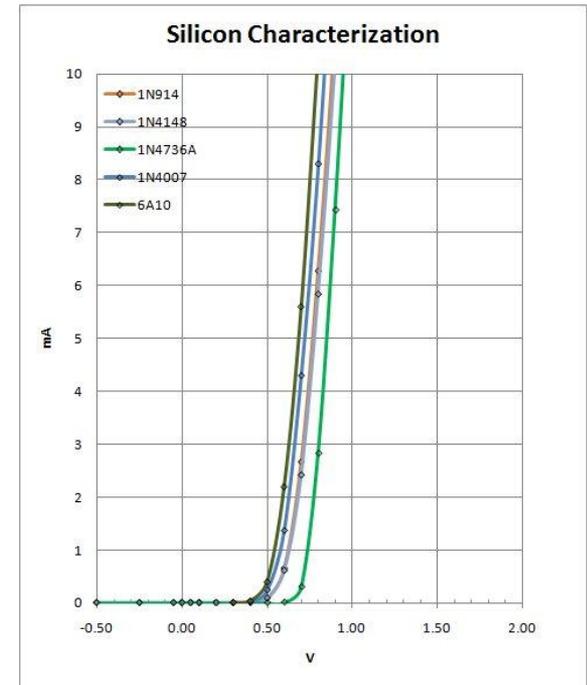
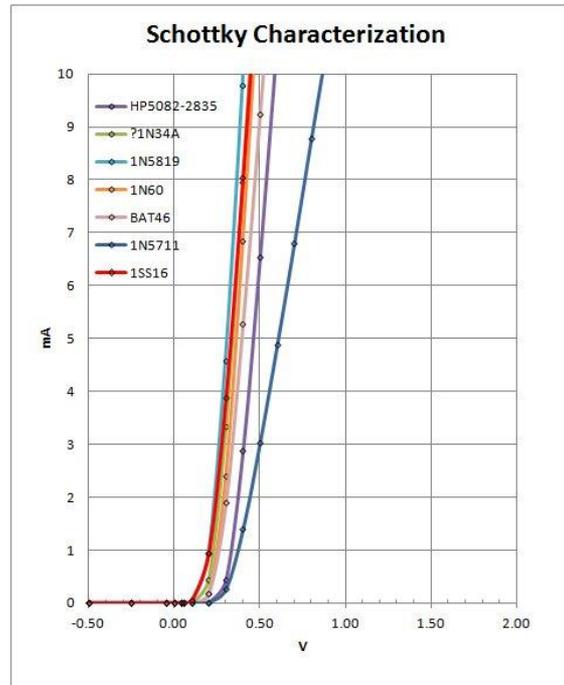
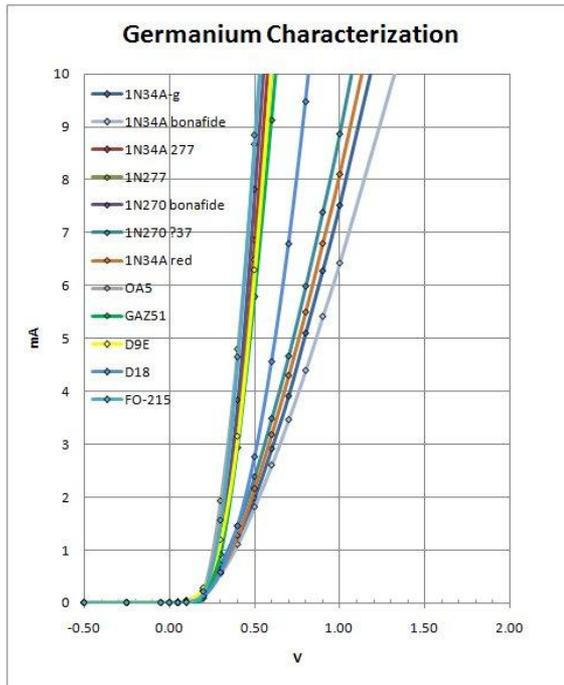
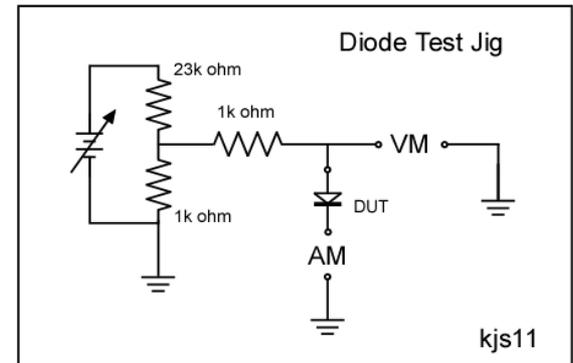


Germanium Spitzendioden werden nur noch vereinzelt hergestellt. Sie haben eine niedrige Schwellenspannung unterliegen aber auch großen Fertigungstoleranzen (Leckströme). Sie wurden von low barrier Schottky-Dioden abgelöst. Diese haben zwar eine etwas höhere Schwellenspannung, ansonsten aber viele Vorteile. (z.B. hoher dynamischer Widerstand, niedrige Leckströme)



Dioden Schwellenspannung (Flussspannung)

Mit dem Schaltungsaufbau rechts wurde der Diodenknick diverser Dioden ermittelt. Man variiert die Spannung und misst mit einem Voltmeter (VM) die an der Diode abfallende Spannung - die Schwellenspannung. Das ist die Spannung, bei der die Diode beginnt richtig zu leiten. Wie man sieht, sind normale Siliziumdioden mit 0,7V Schwellenspannung nicht gut als Detektordiode geeignet.



Vergleichsmessung diverser Detektordioden

Diode	U_D [mV]	I_s [nA]	r_{D0} [kOhm]	U_F [V]	I_{sp} [μ A]
AA 112	35	395	70	0,347	1,2
	30	513	54	0,348	1,5
	29	542	51	0,33	1,5
AA 143	57	147	189	0,27	0,2
	56	153	181	0,27	0,2
GA 101	38	341	81	0,35	1,6
	34	416	67	0,36	1,8
	40	310	90	0,33	1,3
	40	310	90	0,35	1,1
	32	461	60	0,34	1,7
GAY 63	29	542	51	0,26	1,3
	29	542	51	0,24	0,9
BAR 28	160	3,2	8674	0,36	0,2
BAT 42	103	25	1106	0,27	0,25
BAT 85	108	20,9	1328*	0,26	0,05
HSMS 2865	90	40	682	0,25	0,15
2x HSMS 2865	65	106	261	0,25	

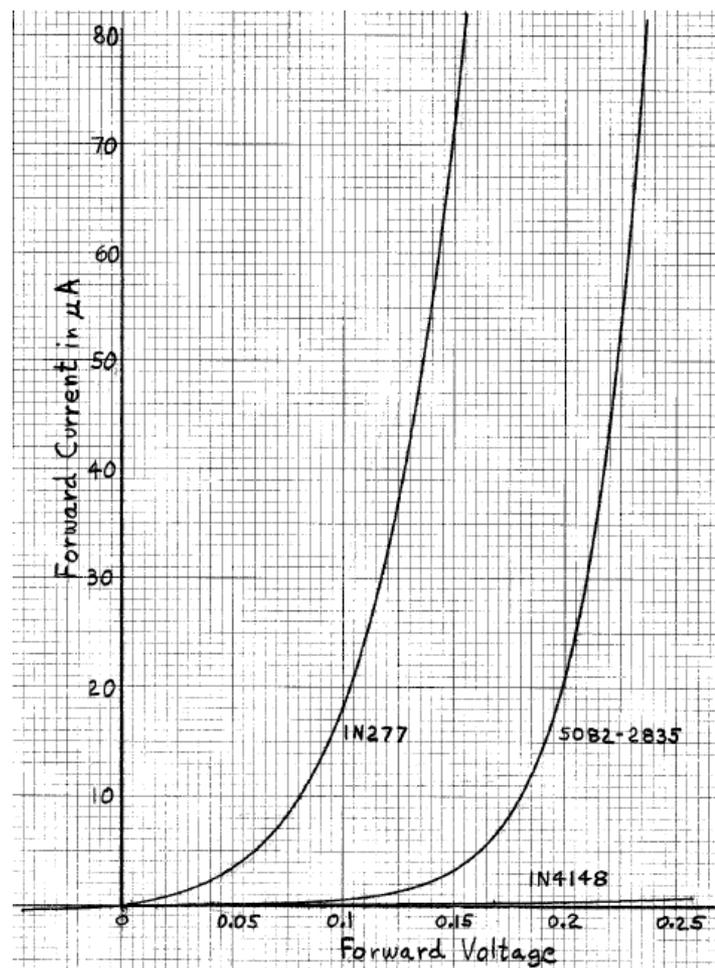
U_D - gemessener Spannungsabfall in mV wenn Diode in Durchlassrichtung bei einem Strom von 1 mA

I_s - errechneter Sättigungssperrstrom (saturation current)

r_{D0} - dynamischer oder Wechselstromwiderstand der Diode

U_F - Schwellenspannung in V bei 1 mA

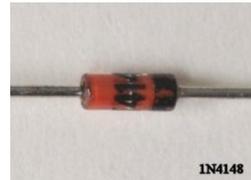
I_{sp} - Sperrstrom (Leckstrom) in μ A bei 1,5 V.



1N277 = Germanium Spitzendiode – ca 0,125 V

5082-2835 = Schottky Diode – ca 0,2 V

1N4148 = Universals Siliziumdiode – 0,7 V

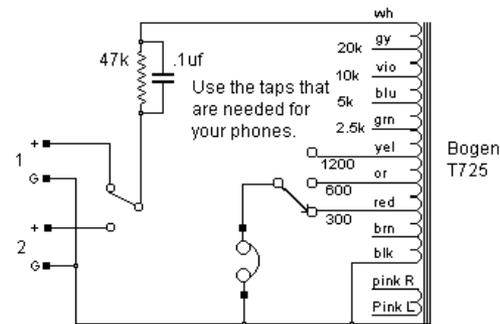


Der Kopfhörer – magnetisch oder Kristall

Wegen der sehr geringen Energie, die uns zur Verfügung steht, ist ein üblicher HiFi Kopfhörer ungeeignet. Wir benötigen einen hochohmigen Kopfhörer (2...4 K Ω). Hochohmige Bügel-Kopfhörer sind eine Rarität und meist nur auf Flohmärkten erhältlich. Alternativ funktioniert ein Piezo-Kristall-Ohrhörer. Achtung: es muss ein Kristallohrhörer sein (>100 K Ω), und nicht ein ähnlich aussehender handelsüblicher magnetischer Hörer mit Spule. Bei diversen Online-Elektronikhändlern gibt es diese Schmalzbohrer für ca. 2...5 Euro.



Dieser magnetische (Spulen) Kopfhörer hat 2 K Ω je Hörerkapsel. Dieser Widerstand ist oft zu niedrig um einen empfindlichen Detektorkreis anzupassen. Dann hilft es, diesen Widerstand mit einem NF-Übertrager auf eine höhere Impedanz zu transformieren.



Crystal Radio Matching Transformer (c) 2005, D. Schmarder



Sound Powered Phones

„Sound Powered Phones“ sind höchst-empfindliche Hörerkapseln mit [Schwingankersystemen](#). Sie werden in militärischen Headsets bei der US Navy verwendet. Wegen der Impedanz von 300 Ω erfordern sie in jedem Fall einen Anpassungsübertrager. In DL wurden derartige Kapseln in Grubentelefonen und Schiffstelefonen verwendet.



Detektorfreunde schwören auf die Verwendung der sogenannten soundpowered Kopfhörer. Sie zeichnen sich durch hohe Wiedergabelautstärke bei kleinen Eingangssignalen aus. Die Kapseln können über zwei Drähte einfach miteinander verbunden werden, und gestatten so ohne Batterie oder Verstärker eine gute Verständigung. Die Hörkapsel dient auch als Mikrofon. (Daher der Name „Sound Powered“).. [>>> Mehr dazu](#)

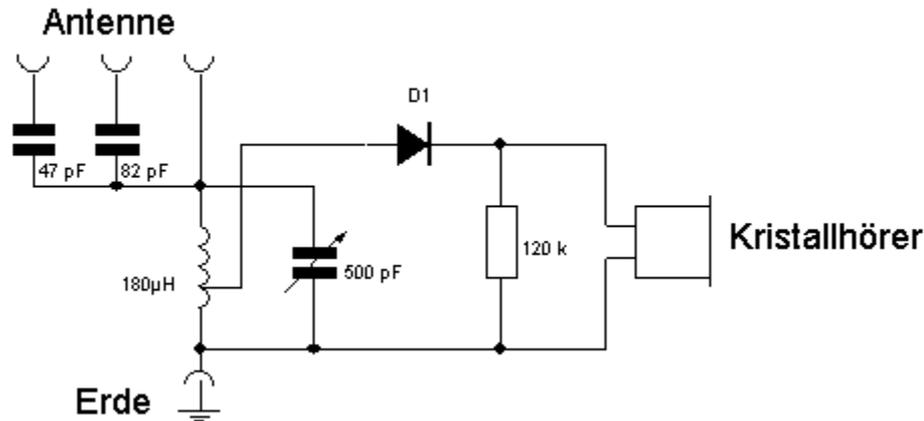
Wer solche Kapseln ergattern kann, baut sie am besten in einen umfunktionierten Bügel-Gehörschutz aus dem Baumarkt ein und erhält damit einen superempfindlichen Kopfhörer.



Schaltungen und Bauvorschläge

- Hier sind der Kreativität keine Grenzen gesetzt. Es gibt nicht DEN Detektorempfänger, sondern zahlreiche Varianten, die zum Experimentieren einladen.
- Ob fliegender Aufbau auf einem Brettechen mit Reißnägeln, ob klein oder groß oder ein meisterhaft in Metall, Holz oder Acryl gebautes Kunstwerk oder nur auf Lochrasterplatine. Letztendlich kommt es auf die Funktion an und auf den Erkenntnisgewinn, den wir daraus erzielen können.
- Im Folgenden wollen wir einige bewährte Schaltungsvarianten und ihre Umsetzung betrachten.
- Noch mehr Schaltungen und Bauvorschläge sind unter den Links zu finden, die am Ende aufgeführt sind.

Ein einfaches Einkreis Detektorradio



<http://www.mydarc.de/dk3wi>

Die verwendete Schaltung bietet keine Besonderheiten. Die verwendete Spule sollte ca. $180\mu\text{H}$, der Drehkondensator ca. 500 pF Endkapazität aufweisen. Hier wurde eine vorhandene Ferritkernspule genommen, die zufällig passte. Die Germanium-Gleichrichterdiode liegt an einer Anzapfung, um den Schwingkreis weniger zu bedämpfen. "Normalerweise" legt man die Anzapfung bei ca. 20-25 % der Gesamtwindungszahl gerechnet vom "kalten" Ende. Durch die Erhöhung der Betriebsgüte wird der durch die Anzapfung hervorgerufene HF-Spannungsverlust ausgeglichen. Der hochohmige Kristallhörer benötigt zum korrekten Arbeiten einen Parallelwiderstand (70-150 k). Eine direkte Ankopplung der Antenne an den Schwingkreis bringt fast nie etwas (außerdem verringert sich der Abstimmbereich, da beim unmittelbaren Anschluß dem Schwingkreis quasi eine größere Kapazität parallel geschaltet wird), mit den beiden unterschiedlichen Kondensatoren kann man die für die örtlichen Verhältnisse beste Variante ausprobieren (noch besser wäre hier auch Drehkondensator für eine variable Ankopplung)

„Der schwarze Gollum“

Gollum's Crystal Receiver World

Crystal Receiver

S1: 1 = 620-920 kHz / 0 = 740-1620 kHz
2 = 530-630 kHz

Gleichrichter-Diode AA112
rectifier diode

Spule
Coil
Type 8

Drehko

Var. Cap.
Type 30
255+105 pf

220pf

440pf

68 K

S 1 = 3 steps switch
= 3 Stufenschalter

Kristallhörer
crystal phone

Coil 8 / Spule 8

Masse Ground

220pF

255 + 105 pf

AA112

Kopfhörer Earphone

68k

240 pF

Masse / ground

A2 147pF

S1

S2

A1 182pF

Verdrahtungsplan / Wiring Diagram

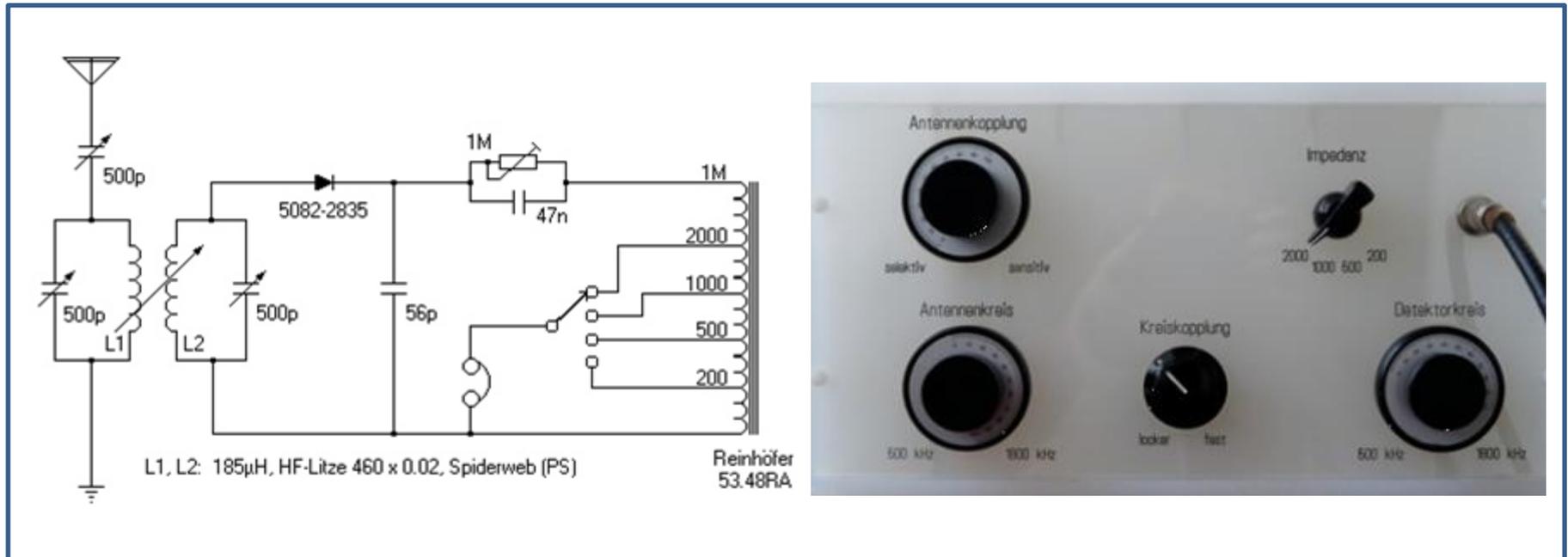
<http://www.welt-der-alten-radios.de/detektor-black-gollum-178.html>

Der Bauvorschlag dient als Beispiel, wie man mit vorhandenen Bauteilen aus der Bastelkiste ein Gerät aufbauen könnte.

Wegen des Drehkondensators mit nur 255pF Endkapazität sind drei schaltbare Parallel-Kapazitäten in Verbindung mit der vorhandenen Spule notwendig. Die Schaltung muß also in Abhängigkeit von den beschaffbaren oder vorhandenen Bauteilen dimensioniert werden.



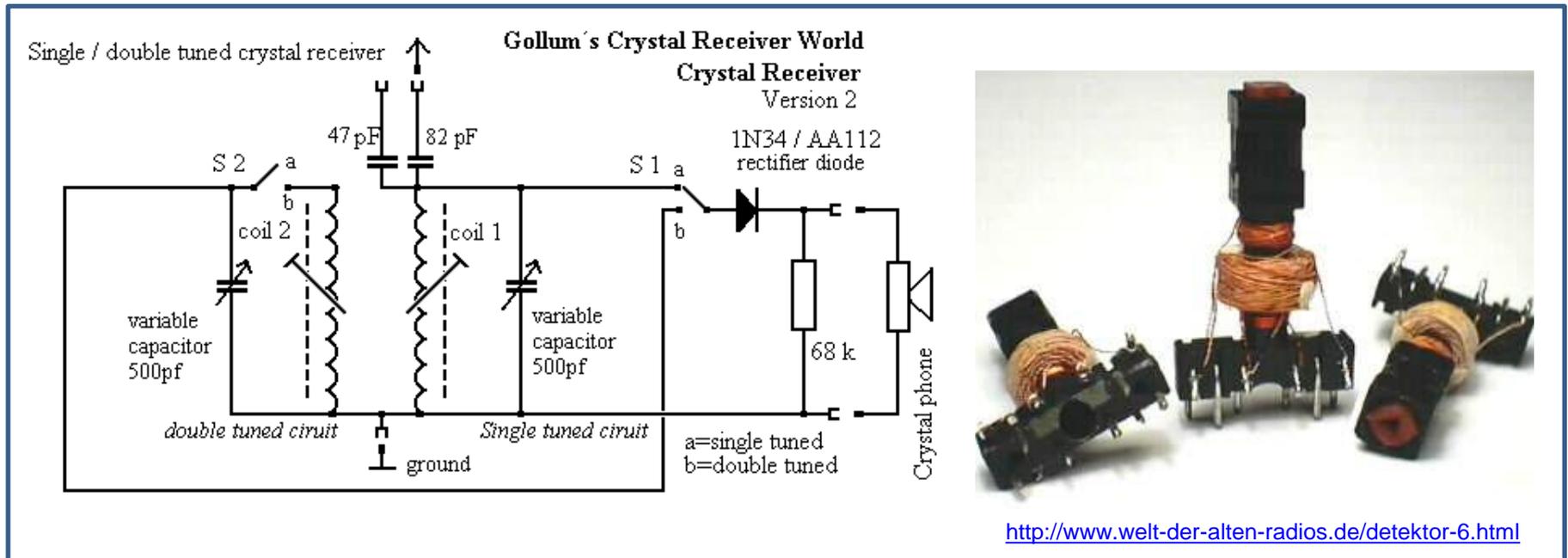
Ein leistungsfähiger Zweikreis-Detektorempfänger



Dieses Detektorradio hat zur Verbesserung der Selektion zwei abgestimmte Schwingkreise. Antennenkreis und Detektorkreis koppeln induktiv aufeinander, so dass ein Bandfilter entsteht. Der Koppelfaktor dieses Bandfilters (Kreiskopplung) wird über den Abstand der Spulen eingestellt. Die Kopplung der Antenne auf den Antennenkreis ist durch einen Drehkondensator variabel einstellbar.

Durch einen NF Autotransformator mit Anzapfungen kann der Widerstand des Kopfhörers auf verschiedene Impedanzen transformiert werden um jeweils optimale Trennschärfe bei bester Lautstärke einzustellen. Hinter der Schottky-Detektordiode dient eine Kombination von R und C um die Verzerrungsfreiheit zu optimieren.

Ein umschaltbares Ein-/Zwei-Kreis Detektorradio



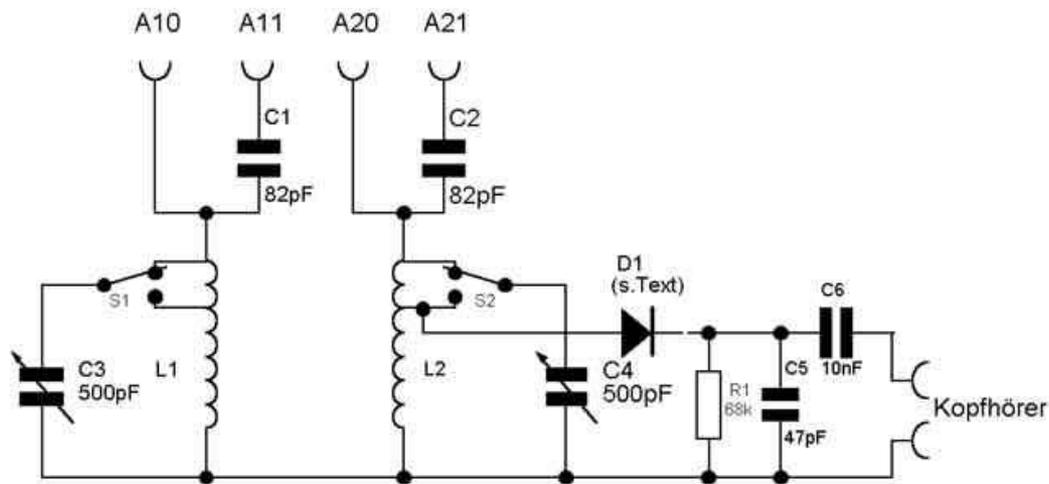
Dieser Detektor-Empfänger kann als Einkreis oder als Zweikreis umgeschaltet werden. Er ist mit Ferrit-Eisenkern-Spulen (45-240uH) aufgebaut. Werden die Spulen nebeneinander aufgebaut, kann der zweite Schwingkreis induktiv gekoppelt werden. Durch die Umschaltmöglichkeit kann man flexibel auf die jeweilige Empfangs-Situation reagieren (Hohe Empfindlichkeit oder hohe Selektion).

Ein Aufbau mit Ferritkernspulen ist nicht zwingend notwendig. Auch Spinnennetzspulen sind gut geeignet.

Einkreis-Betrieb: Der Detektor arbeitet in normaler Schaltung. Schalter S1 und S2 in Position "a".

Zweikreis-Betrieb: Schalter S1 und S2 in Position "b". Der Antennenkreis koppelt induktiv auf den zweiten Kreis. Beide Drehkondensatoren müssen bedient werden. Der Zweikreis-Betrieb ist selektiver, aber auch geringfügig leiser. Durch Änderung des Abstandes von Spule 1 und 2 kann die Selektivität verändert werden. Die Eisenkernspulen machen einen kompakten Aufbau möglich, trotzdem ist der Empfänger gut als DX-Empfänger zu verwenden. Hauptvorteil des Zweikreisbetriebes ist die bessere Trennung starker Ortssender im MW-Bereich und die verringerten Störungen durch starke KW-Stationen. Schwache Stationen werden zuerst im Einkreis-Betrieb eingestellt, dann wird auf Zweikreis-Betrieb umgeschaltet und dieser zweite Kreis nachgestellt. Gegebenfalls beide Kreise leicht nachjustieren. Die 2 Schalter können auch durch einen 2-fach Um-Kontakt-Schalter realisiert werden, damit ergibt sich dann für den Bediener eine Komfort-Erhöhung. Die Spulen sind beim Surplus Händler Oppermann electronic erhältlich.

Zweikreiser zum Experimentieren



<http://www.jogis-roehrenbude.de/Detektor/DX-Detektor.htm>



Ein hübscher kleiner Zweikreiser von Franz Gysi, der Experimente mit verschiedenen Spulen, Dioden und Detektoren zulässt.

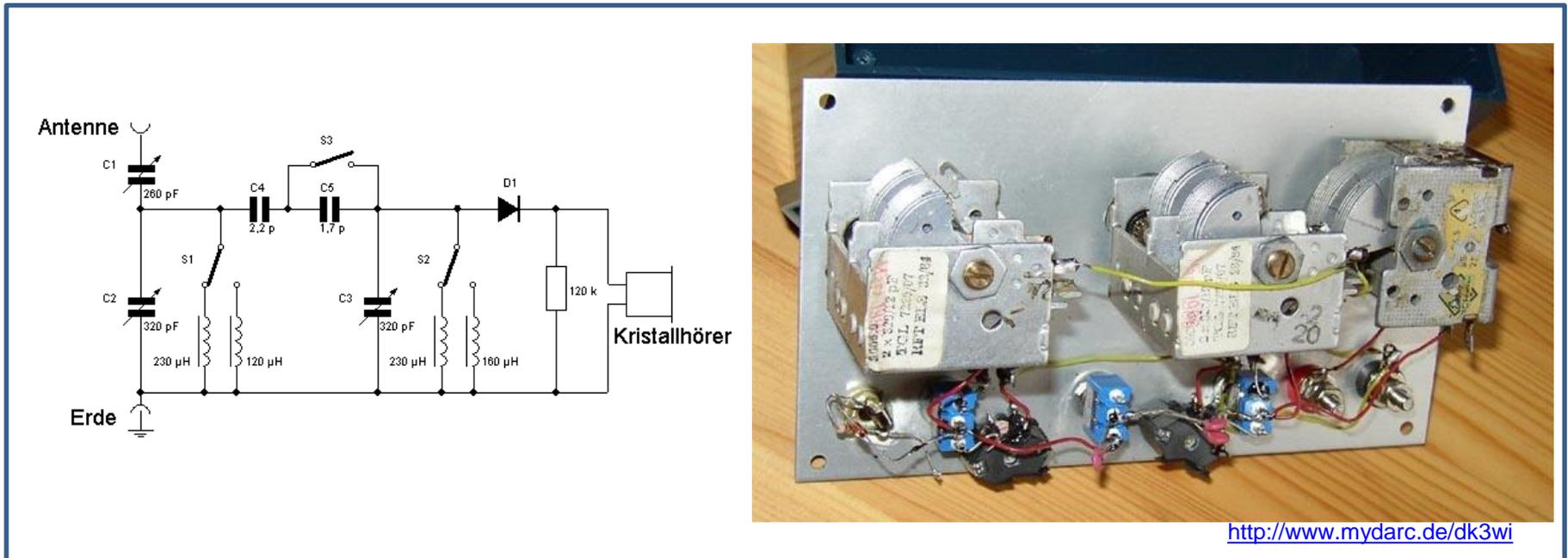
Schalterstellungen:

Pos. 1 (beide oben) = gesamte Spulen

Pos. 2 (beide unten) = L1 Mittelanzapfung, L2 Mittelanzapfung

Pos. 3 (links unten, rechts oben) = L1 Mittelanzapfung, L2 gesamte Spule

Zweikreiser mit kapazitiv gekoppelten Kreisen

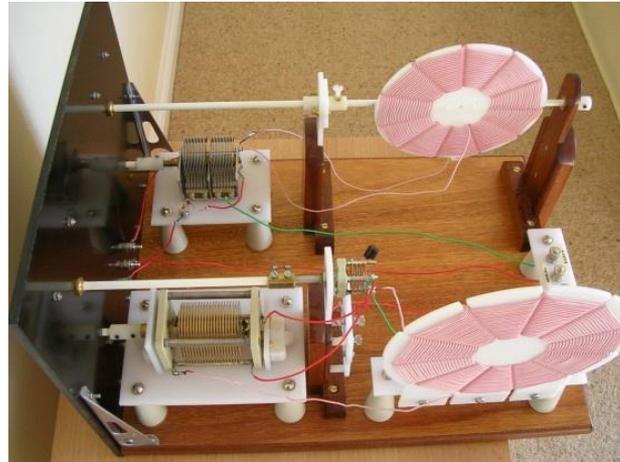
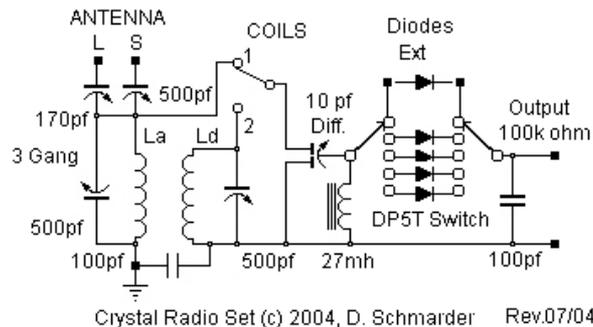


Es handelt sich hier um einen kapazitiv gekoppelten zweikreisigen Detektorempfänger, wobei für den Mittelwellenbereich jeweils zwei Ferritschalenkernspulen eingesetzt werden. Mit den Schaltern S1 und S2 wird jeweils ein paar der Spulen ausgewählt. C1 ermöglicht die variable Ankopplung der Antenne, der Wert von 260 pF ist ohne größere Bedeutung (diesen Wert habe ein gerade vorhandener Luftdrehkondensator). Mit S3 ändert man die kapazitive Kopplung der beiden abgestimmten Schwingkreise, bei loserer Kopplung (S3 offen), steigt die Selektivität, während die Lautstärke geringer wird. In dieser Schaltung sind Schottky-Dioden den Germanium Dioden überlegen. Ausprobieren!

Die Spulen werden mit HF-Litze (40 x 0,04 mm) auf Ferrit-Topfkerne RM6 aus dem Material M33 AL=100 von Epcos gewickelt. Für die zwei 230μH-Spulen sind 49 Windungen (ca. 1,60 m Litze), für die 120 μH Spule 35 Windungen und für die 160μH-Spule 40 Windungen (ca. 1,30m Litze) aufzubringen.

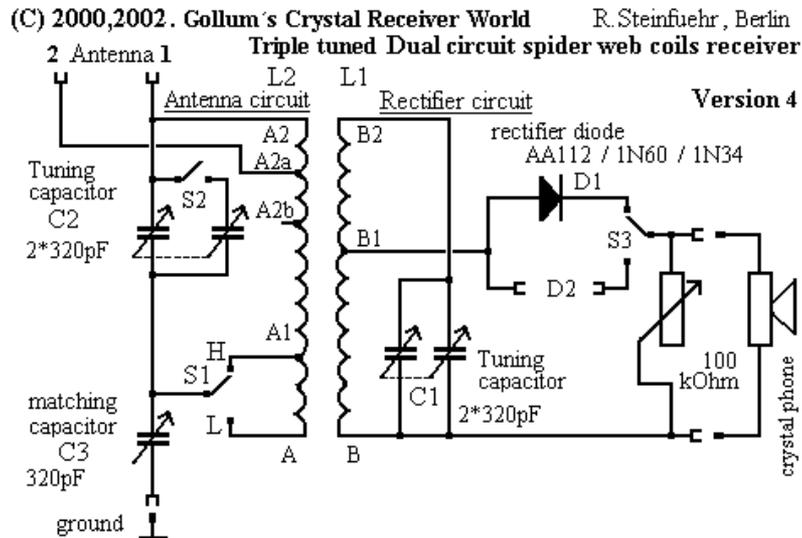
High-Performance Zweikreiser

660/46 litz spider coils, 3 inches ID
 La: Antenna coil, 32 turns, 155uh, 6.5 inches OD
 Ld: Detector coil, 42 turns, 265uh, 7.5 inches OD

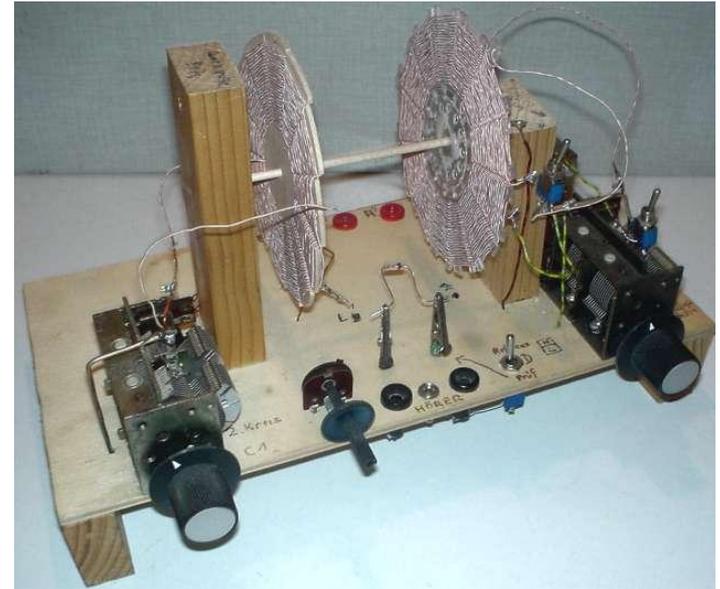


[Zweikreiser #48](#) von Detektor Guru Dave Schmarder, N2DS. Antennenkreis und Detektorkreis sind induktiv gekoppelt. Die Kopplung wird durch Kippen der Spulen variiert. Alternativ kann man Antennenkreis und Detektorkreis auf verschiedenen Bretttechen bauen und durch Annähern miteinander koppeln. Die Kopplung der Diode an den Detektor-Kreis erfolgt über einen 15pF Differentialkondensator. Mit einem Stufenschalter stehen verschiedene Diodentypen zum experimentieren zur Auswahl. Die Spiderwebspulen sind mit 640er HF-Litze (640 Adern!!!) gewickelt und bringen eine Güte von 1000. Die Impedanz des Kopfhörers wird mit einem NF Trafo auf 100 Kohm transformiert, um den Kreis möglichst wenig zu belasten.

Triple Tuned DX Detektorradio



<http://www.oldradioworld.de/gollum/2c.htm>

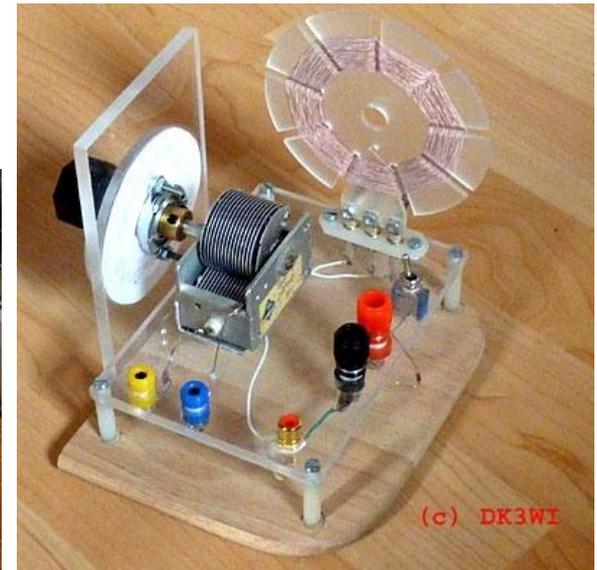
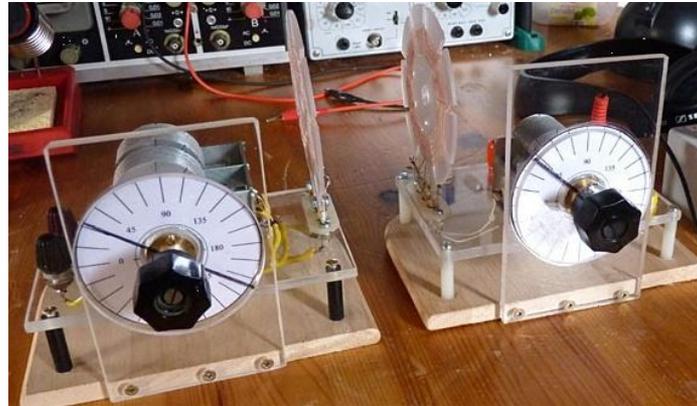
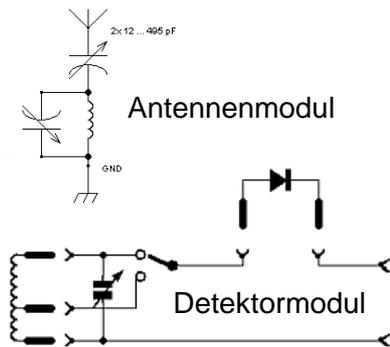


Nicht gerade für einen Schönheitswettbewerb, aber gut zum Experimentieren. Dieser Detektor ist hochempfindlich und sehr selektiv, er ist NICHT fuer Super-Lautstaerke entwickelt! Frequenzbereich: Mittelwelle, 500-1680 KHz, umschaltbar in 2 Bereichen.

Die zwei Schwingkreise und die variable kapazitive Antennen-Kopplung reduzieren Stoerungen durch starke KW-Stationen. Der Anpasskondensator C3 in Verbindung mit A1 und A2 kann Antennen von 5-40 m Länge ankoppeln. Hoehere Kapazitaet = hoehere Lautstaerke, geringere Selektivität. Geringere Kapazität = geringere Lautstärke, hoehere Selektivität, bessere Anpassung im hoeheren Frequenzbereich. Die Spinnennetzspulen mit HF-Litze und die Luftdielektrikum-Drehkondensatoren in Verbindung mit der losen induktiven Kopplung führen zu hohen Schwingkreis-Güten. Beste Ergebnisse mit Germanium Dioden und Kristall-Ohrhoerer.

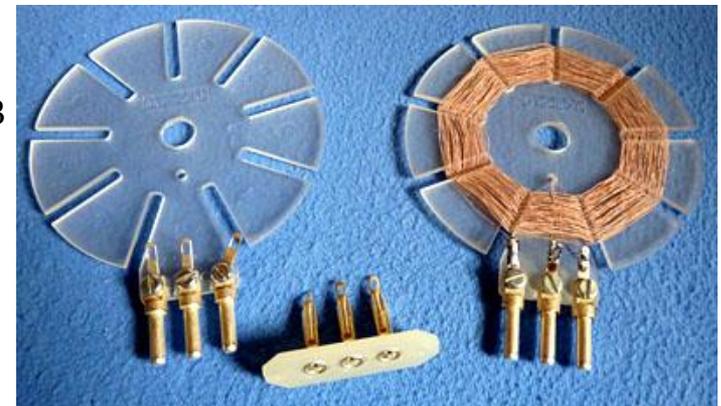
Zweikreiser in Modulbauweise mit Reinhöfer Spulen

Zweikreiser in Modulbauweise. Die Kopplung der Spiderweb-Spulen wird einfach durch Annähern der Module erreicht.

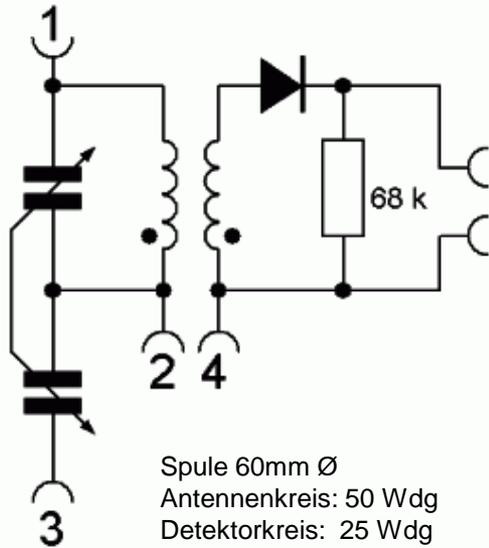


Der verwendete Flachspulenbausatz von [REINHÖFER Electronic](http://www.reinhoefer.de) besteht aus einem Polystyrolspulenkörper mit Steckerstiften 4 mm mit Befestigungsmaterial und der dazu passenden Buchse in 2 oder 3 poliger Ausführung mit dem Standardabstand 19 bzw. $2 \times 9,5 \text{ mm}$ (7,50 €). Mit diesen "Spinnennetzspulen" lassen sich recht hohe Güten erreichen.

Im WEB findet man verschiedene Anleitungen zum Selbstbau derartiger Spinnennetzspulen.



The Mystery Crystal Set (das geheimnisvolle Detektorradio)



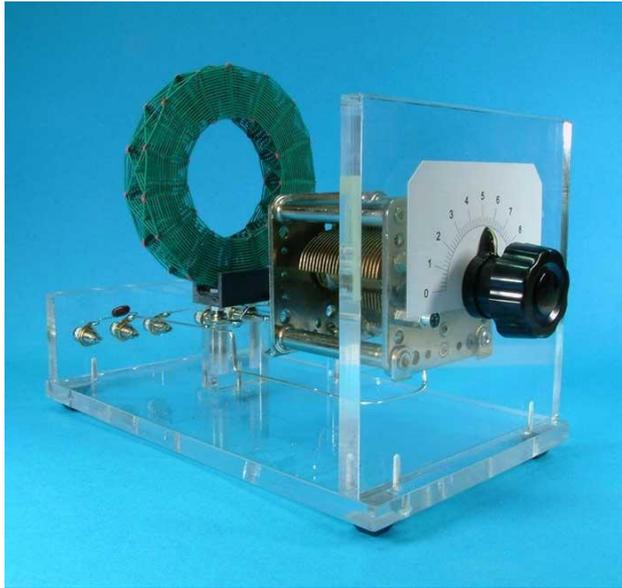
Spule 60mm Ø
 Antennenkreis: 50 Wdg
 Detektorkreis: 25 Wdg
 HF Litze bifilar
 gewickelt



>>>Mehr zum Bau unter : http://www.mydarc.de/dk3wi/html/mystery_crystal_radio_set.html

Der Bauvorschlag wurde 1932 in Australien beschrieben. „Mystery Set“ deswegen weil die für einen Detektorempfänger einfache Schaltung so gute Empfangsergebnisse zeigte. Beim Schaltungsaufbau von DK3WI sind die wichtigsten Anschlusspunkte an Bananenbuchsen gelegt, so dass man die unterschiedlichsten Varianten des Anschlusses von Antenne und der Erde auszuprobieren kann. Laut Originalschaltung kommt die Erde an Punkt 4, die Antenne entweder an Punkt 1 oder 2. Nach Dan Petersen kommt die Erde ebenfalls an Punkt 4, die Antenne an 1,2 oder 3. Bei einer Schaltung von Dave Schmarde kommt die Antenne an Punkt 1 oder 4, die Erde an Punkt 3. Bei Mike Tuggle kommt die Erde an Punkt 3, die Antenne an Punkt 2 (selective) oder Punkt 4 (broadband). Das Mystery Crystal Radio ist zwar kein DX-Empfänger, hat aber befriedigende bis gute Empfangseigenschaften. Beste Ergebnisse mit Germanium Dioden und Kristall-Ohrhoerer.

Handwerkliche Meisterstücke



Wenn möglich, sollte man die Spule entweder als Wabenspule (Bild), Spinnennetz-Spule oder auf Ferritstäbe, Ringkerne (z.B. Amidon FT114-61), Ferritschalenkerne (z.B. RM6) o.ä. wickeln, hohe Güten lassen sich so leichter erreichen.

Die Spulen sehen zwar nicht so imposant wie etwa diese Wabenspule links aus, aber es geht ja in erster Linie um die Funktion.

Spule als Fertigprodukt erhältlich bei: <http://www.ribbeck-art.de>

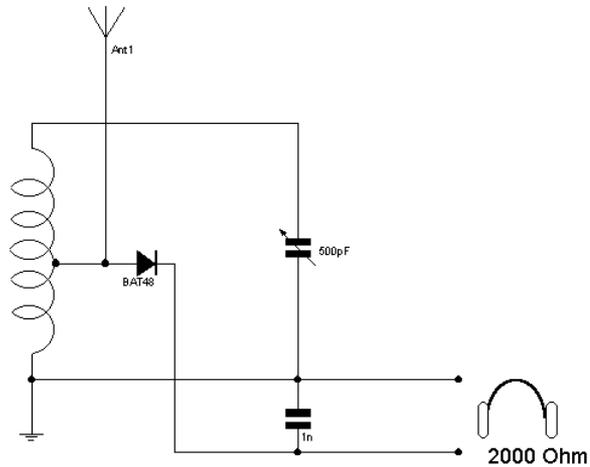
Hier ein Bandfilter Mehrkreiser mit induktiv gekoppelten Spiderwebspulen.

Die Kopplung der Spulen ist durch eine kunstvolle Schiebemechanik einstellbar.

<http://www.antik-radio.de>

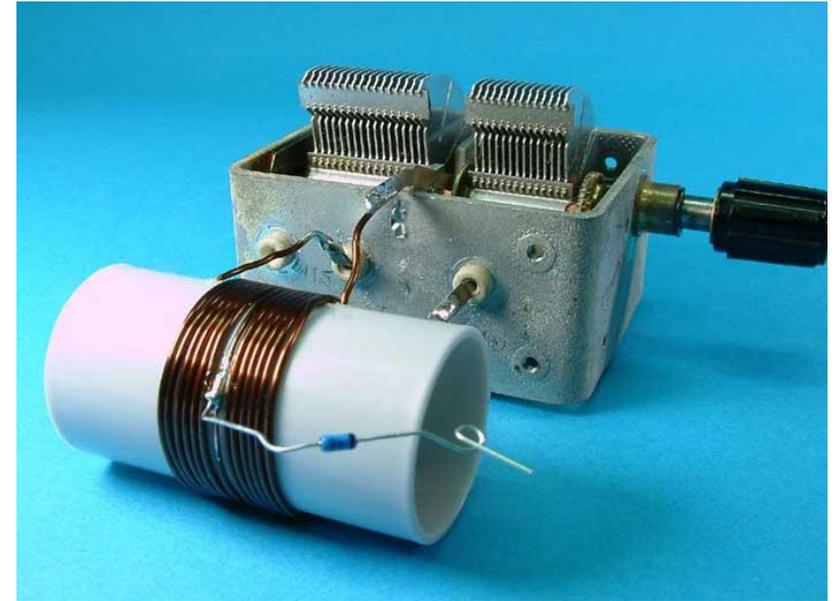


Einfachster Kurzwellen Detektor



Detektorempfänger für das 49 mtr. Band

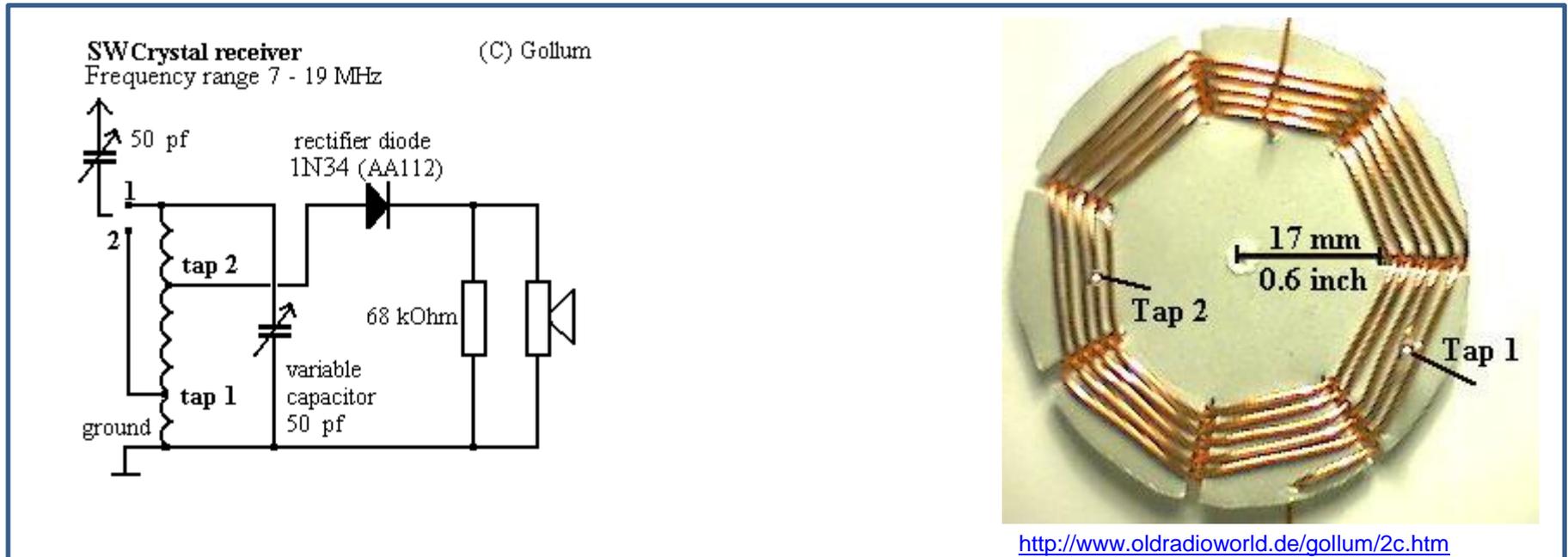
Spule 13 Wdg. 0,8 Cul in der Mitte angezapft auf 26 mm PG Muffe (Bauhaus)



Ein derartiger Kurzwellen Detektor, mal eben auf die Schnelle zusammengelötet bringt erstaunliche Ergebnisse.

Spule für das 6 MHz Band: 13 Wdg 0,8 Kupferlackdraht mit Mittelanzapfung auf eine 26mm PVC Muffe gewickelt.

Kurzwellen Detektor mit var. Antennenkopplung



Lackdraht 0,8 mm, noch besser: versilberter Draht. 11 Windungen. Spulenkarton 1 mm. Anzapfung 1: 4 Windungen von Masse. Anzapfung 2: 8 Windungen von Masse.

Die Antenne schliessen an Punkt 1 oder an Punkt 2 anschließen:

1 = hoehere Lautstaerke, geringere Selektivitaet.

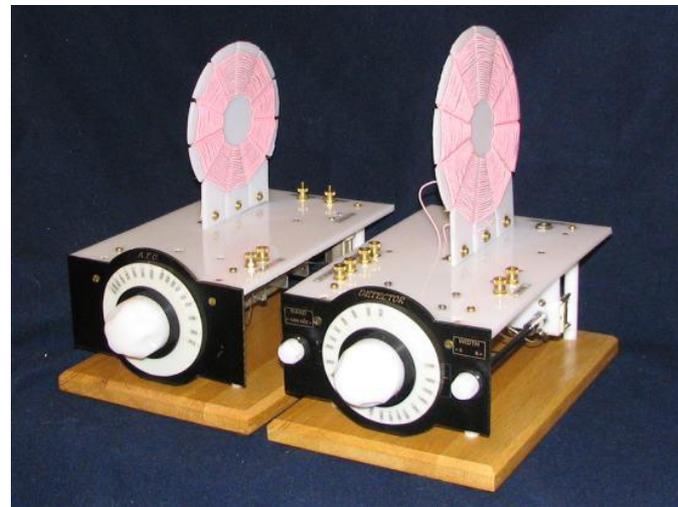
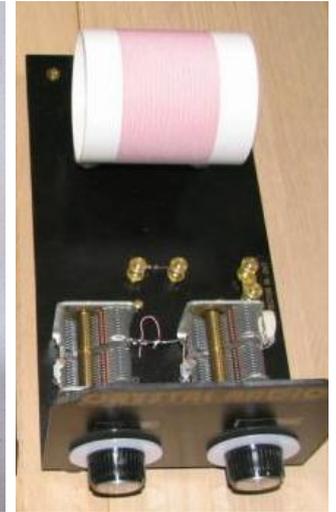
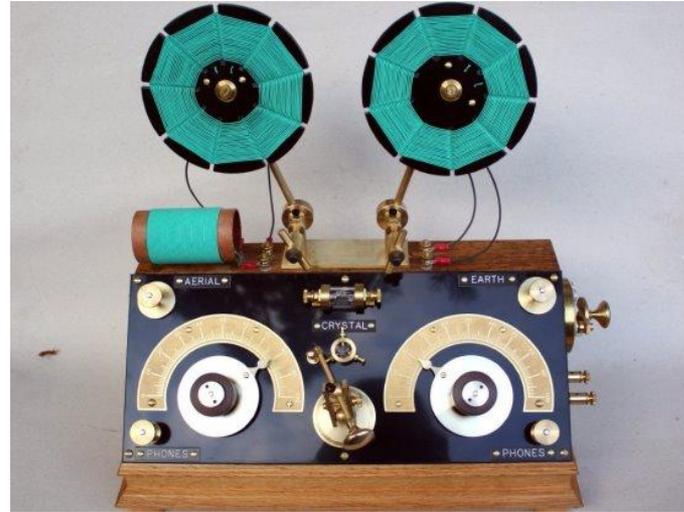
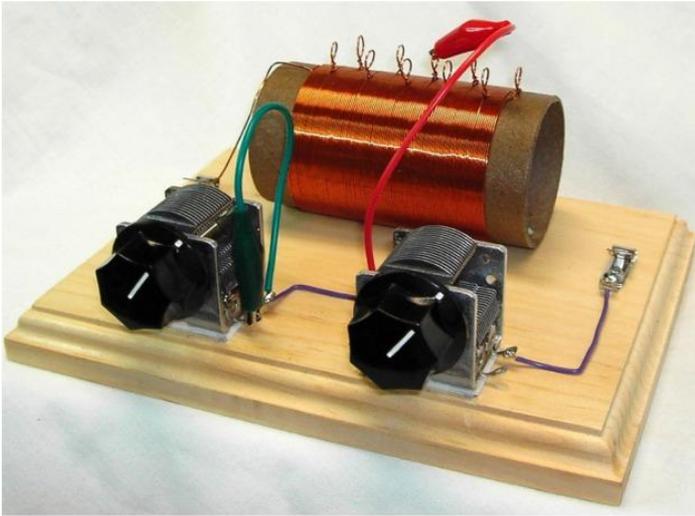
2 = Hoehere Selektivitaet, geringere Lautstaerke.

Beste Antennenlänge ca. 10 Meter.

Versuchsweise die Diode nicht an der Anzapfung anschliessen - sondern am "heissen" Ende der Spule.

KW-Signale am Detektor sind prinzipiell leiser als bei einem Gerät für MW

Einfaches Konzept - kreative Umsetzung



Welche Diode ist die beste?

Diese Rangliste meint: Rang 1 hat beste Empfindlichkeit, Rank 7 etwas schlechter.

Rang	Kopfhörer-Typ	Dioden-Typ
1	Sound powered, mit NF-Trafo	2* 5082-2835
2	Sound powered, mit NF-Trafo	1*5082-2835
3	Sound powered, mit NF-Trafo	HSMS 2860
4	Sound powered, mit NF-Trafo	BAT 16
5	Sound powered, mit NF-Trafo	AA112 selektiert
6	Sound powered, mit NF-Trafo	AA112
7	Sound powered, mit NF-Trafo	1SS16
1	Kristallhoerer mit 210 kOhm parallel	BAT16
2	Kristallhoerer mit 210 kOhm parallel	AA112 selektiert.
3	Kristallhoerer mit 210 kOhm parallel	AA112
4	Kristallhoerer mit 210 kOhm parallel	1SS16
5	Kristallhoerer mit 210 kOhm parallel	5082-2835
6	Kristallhoerer mit 210 kOhm parallel	HSMS 2860
7	Kristallhoerer mit 210 kOhm parallel	2 * 5082-2835
1	Normaler 2000Ohm-Magnethoerer ohne Anpasstrafo	BAT16
2	Normaler 2000Ohm-Magnethoerer ohne Anpasstrafo	AA112 selektiert
3	Normaler 2000Ohm-Magnethoerer ohne Anpasstrafo	AA112
4	Normaler 2000Ohm-Magnethoerer ohne Anpasstrafo	5082-2835
5	Normaler 2000Ohm-Magnethoerer ohne Anpasstrafo	2 * 5082-2835
6	Normaler 2000Ohm-Magnethoerer ohne Anpasstrafo	1SS16
7	Normaler 2000Ohm-Magnethoerer ohne Anpasstrafo	HSMS 2860

<http://www.olderadioworld.de/gollum/2c.htm>

Welche Diode die besten Ergebnisse bringt, hängt – wie man in der Tabelle sieht, von der jeweiligen Schaltungsauslegung ab. Am besten Unterschiedliche probieren.

LW / MW Sender um Weinheim mit >50 dBµV Pegel

<http://fmscan.org/main.php>

kHz	Lnd	Programm	Spr	Tage	an-aus	Sender	Pdir	TPwr	Zielgebiet	Entf	Rtg	dBµV	
1143	D	AFN PowerNet	en	Mo-Su	0000-2400	Wieblingen (Heidelberg) Sandhofer Weg (bwü)	-	1	(ND)	14km	115°	69	info
1107	D	AFN PowerNet	en	Mo-Su	0000-2400	Kaiserslautern/Otterbach-Sambach (rlp)	-	10	(ND)	54km	271°	56	info
873	D	AFN PowerNet	en	Mo-Su	0000-2400	Oberursel (Frankfurt) Am Weißkicher Berg (hes)	380	150		78km	8°	67	info
1278	F	France Bleu Elsass	fr	.....SaSu	0000-2400	Strasbourg/Sélestat (67)	900	300		157km	209°	52	info
			ls	MoTuWeThFr..	0600-1130								
			fr	MoTuWeThFr..	1130-1330								
			ls	MoTuWeThFr..	1330-1600								
			fr	MoTuWeThFr..	1600-0600								
837	F	France Info	fr	Mo-Su	0000-2400	Nancy/Nomeny (54)	-	200	(ND)	176km	248°	52	info
1323	D	Voice of Russia	en	Mo-Su	0500-0900	Wachenbrunn/Themar Rittersrain (thü)	2000	800d		186km	53°	53	info
			de	Mo-Su	0900-1200								
			ru	Mo-Su	1200-1500								
			de	Mo-Su	1500-1900								
			fr	Mo-Su	1900-2100								
			ru	MoTu..FrSaSu	2100-2200								
			pt	Mo-Su	2200-2300								
549	D	Deutschlandfunk	de	Mo-Su	0000-2400	Thurnau/Tannfeld (bay)	-	100	(ND)	216km	74°	52	info
549	D	Deutschlandfunk	de	Mo-Su	0000-2400	Nordkirchen Münsterstr. 34 Piekenbrock (nrw)	100	100		260km	346°	50	info
621	BEL	RTBF International	fr	MoTuWeThFr.Su	0400-2215	Wavre (bra)	-	300	(ND)	310km	298°	51	info
			fr	.....Sa.	0400-2400								
639	CZE	ČRo 2 Praha	cs	.....SaSu	0400-1800	Praha/Liblice (Pra)	-	1500	(ND)	465km	80°	52	info
		ČRo 6(1)	cs	Mo-Su	1800-2300(1)								

kHz	Lnd	Programm	Spr	Tage	an-aus	Sender	Pdir	TPwr	Zielgebiet	Entf	Rtg	dBµV	
153	D	Deutschlandfunk	de	Mo-Su	0000-2400	Donebach (Mudau/Senderstraße) (bwü)	400	500d		52km	81°	86	info
183	D	Europe 1	fr	Mo-Su	0000-2400	Felsberg (Saarlouis) Zum Sender (Sauberg) (saa)	40	2000	220°	131km	261°	64	info
234	LUX	RTL	fr	Mo-Su	0000-2400	Beidweiler	32	2000		157km	281°	56	info
207	D	Deutschlandfunk	de	Mo-Su	0000-2400	Aholming/Königwaldstr.33 (Graswegäcker) (bay)	500	500d		336km	103°	60	info
177	D	Deutschlandradio Kultur	de	Mo-Su	0000-2400	Zehlendorf (Oranienburg) Liebenwalder Str. (brb)	-	500	(ND)	503km	41°	54	info
162	F	France Inter	fr	Mo-Su	0000-2400	Allouis (18)	2000	2000d		529km	243°	60	info

Quellen im Web

Ein absoluter Detektorempfänger Enthusiast ist Dave Schmarder, N2DS. Auf seiner umfangreichen Seite (eng) sind mittlerweile 78 von ihm gebaute Varianten - von einfach bis komplex - beschrieben, <http://makearadio.com/crystal/index.php>

Alles was man wissen muss zum Detektorradio findet sich auf „**Gollums Welt der Detektorempfänger**“. Dort gibt es massenhaft Geschichtliches, praktische Tipps und Bauvorschläge: <http://www.welt-der-alten-radios.de/detektor-6.html>

Empfehlenswert auch „Jogis Röhrenbude“, neben dem Hauptaugenmerk, der Röhrentechnik gibt es einen großen Bereich, der sich mit dem Detektorempfänger beschäftigt. <http://www.jogis-roehrenbude.de/Detektor.htm>

Aufwendig gestaltet die Seite „Radio Basteln“ von Johannes Schwitt <http://www.schwitt.de/radiobasteln/index.html>

Praktische Tipps und theoretischen Hintergrund findet man bei DK3WI, <http://www.mydarc.de/dk3wi/html/selbstbau.html>

Tipps und viele Hintergrundwissen bei : <http://www.crystal-radio.eu/> und hier: <http://www.techlib.com/electronics/crystal.html> und hier <http://www.crystalradio.net>

Gute Seite mit umfangreicher Linksammlung bei Owen Pool, WB4LFH: <http://bellsouthpwp2.net/w/u/wuggy/>

Ben Tongue beschäftigt sich ingenieurmäßig mit Design, Messtechnik und Verbesserung der Detektor-Empfangstechnik. Seine Artikel sind ein Muss für den ernsthaften Detektor-Enthusiasten : <http://www.bentongue.com/xtalset/xtalset.html>

Guter Artikel über die historischen [Prinzipien der Empfangstechnik](#)

Spezialbauteile für Röhrentechnik und Detektorempfänger, wie z.B. Litze und Spulenkörper gibt es im Shop von Gerd Reinhöfer <http://www.roehrentechnik.de>

Urheberrechte

© dl4zao, Günter Fred Mandel. Nur für Ausbildungszwecke, alle Rechte vorbehalten. Soweit die Inhalte auf diesen Seiten nicht vom Autor erstellt wurden, werden die Urheberrechte Dritter beachtet und Quellen wie Wikimedia Commons angegeben. Bei Bekanntwerden von Rechtsverletzungen oder nach Hinweis des Rechteinhabers werden die Inhalte umgehend entfernt.