

Das OBJ-Lernradio wird zum Weltempfänger...

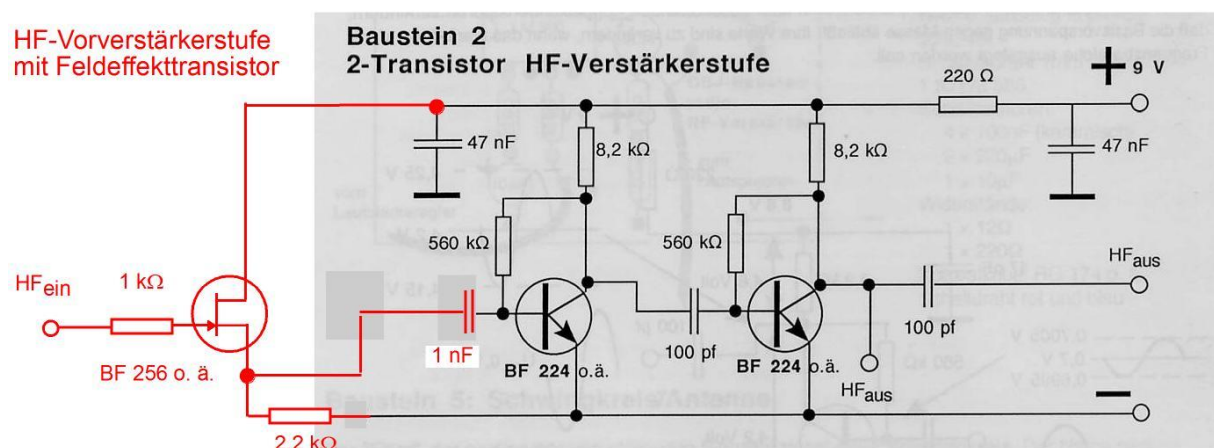
Das "OBJ", in den achtziger Jahren von Manfred Reimann (Amateurfunk-Rufzeichen DL6OBJ) entwickelt, wurde für den Mittelwellenempfang konzipiert. Als "Lern-" oder "Baustein-Radio" hat der Autor (DL4AT) es mehrfach mit jungen Schülern in Arbeitsgemeinschaften der damaligen Orientierungsstufe "Carl-von-Ossietsky-Schule" (Hannover) gebaut.

Deutsche Rundfunkstationen haben sich in den letzten Jahren vollständig aus der Mittelwelle zurückgezogen, so auch die Kollegen des nördlichen und westlichen Europas. Noch gut zu hören sind nach Einbruch der Dunkelheit starke osteuropäische Stationen, einige Engländer, Spanier und Italiener sowie eine Vielzahl frei gewordener Frequenzen die mit dem "OBJ" in den Abend- und Nachtstunden Fernempfang bis nach Nordafrika und den Nahen Osten ermöglichen. Wer mag, kann sich mit dem beim Bau des Mittelwellen-OBJs gewonnenen Erfahrungen in die große weite Welt der kurzen Wellen wagen. So wie der Autor dieses Artikels mit Hilfe befreundeter Funkamateure. Das "OBJ" lässt sich in hier beschriebenen aufeinanderfolgenden Schritten für höhere Frequenzen umbauen (oder darum ergänzen!) und wird dann zum erstaunlich guten Weltempfänger mit dem man mit etwas Geschick sogar Amateurfunk abhören kann. Jeder Schritt entspricht einer eigenen Baugruppe die den bereits bestehenden vorgeschaltet werden.

1. HF-Vorverstärker mit Feldeffekttransistor
2. Schwingkreis für Kurzwelle
3. "Frequenzlupe" zur Feinabstimmung
4. Q-Multiplier zur weiteren Verbesserung des Empfangs
5. Skala für die Kurzwelle

HF-Vorverstärker mit Feldeffekttransistor

Schon bei der Mittelwellenversion haben wir empfohlen, dem zweistufigen HF-Verstärker noch eine weitere, nur aus drei Bauteilen bestehende Verstärkerstufe mit einem Feldeffekttransistor (FET) vorzuschalten. Das steigert die Empfangseigenschaften schon ganz erheblich.



Der FET wird durch Spannung am Eingang ("Gate") gesteuert, es fließt, anders als beim normalen Transistor kein steuernder Strom zwischen Gate und der "Source". Damit wird dem Schwingkreis deutlich weniger Energie entzogen, er wird also weniger belastet, was seine Güte steigert. Die Güte (das "Q") ist ein Maß für die Resonanzeigenschaften des Schwingkreises. Je stärker die von der Antenne auf den Schwingkreis übertragene Resonanzspannung, desto kann das in den weiteren

Stufen verstärkte Signal werden. Ein Schwingkreis mit hohem Q ist außerdem trennschärfer und in der Lage, die auf der Kurzwelle dicht an dicht liegenden Stationen auseinanderzuhalten.

Die Güte lässt sich durch einen einfach aufzubauenden Q-Multiplier (Q-Vervielfacher) noch erheblich steigern. Das beschreiben wir in einem späteren Kapitel.

Achtung: Der bisherige 100pF-Koppelkondensator in der Vorverstärkerlosen Version muss durch 1000pF (=1nF) ersetzt werden.

Beim Mittelwellen-Objekt dient die große Rahmenantenne dem "Einfangen" der Radiowellen und ist zugleich die Spule des Schwingkreises der nur die gewünschten Sender ausfiltert.

Die Rahmenantenne ist für die Kurzwelle völlig ungeeignet: Aufmerksamen Praktikern wird nicht entgangen sein, dass das OBJ schon im oberen ("kurzwelligeren") Bereich der Mittelwelle recht handempfindlich wird. Heißt: Bei Annäherung an die Rahmenantenne ändert sich die Frequenz. Je höher die Frequenz, desto stärker wird dieser Effekt.

Je weniger Windungen die Schwingkreisspule hat, desto höher ist die durch den Schwingkreis herausgefilterte Frequenz. Wer nun durch Abwickeln einiger Windungen der Rahmenantenne in das Land der Kurzwelle gelangen und vielleicht sogar Amateurfunkern zuhören möchte sollte wissen, dass dann schon die Hand in der Nähe der Spule ausreicht um die Abstimmung instabil oder den eingestellten Sender ganz verschwinden zu lassen. Mit etwas Geschick kann man die Handempfindlichkeit spaßeshalber auch als "Feinabstimmung" nutzen. Mit der unten beschriebenen "Frequenzlupe", einem zweiten Drehkondensator, gelingt das aber viel besser!

Die Kurzwellenantenne sollte schon aus mehreren Meter Draht bestehen, am besten im Freien aufgehängt. Sie sollte, elektrisch gesehen, ganz locker an den Schwingkreis gekoppelt sein. Das mag paradox erscheinen, aber eine feste Ankopplung senkt die Güte des Schwingkreises und damit die Trennschärfe.

Der Schwingkreis für die Kurzwelle

Der schon im Ursprungs-Objekt verwendete Drehkondensator kann auch für die Kurzwelle benutzt werden. Wenn es ein Drehko mit zwei oder drei Plattenpaketen ist kann man eins für die Mittel- und eins für die Kurzwelle reservieren. Die Rahmenantenne, ihre Ankopplung an den HF-Vorverstärker und die Rückkopplung werden vorübergehend stillgelegt und durch auf einen gemeinsamen Zylinder gewickelte Spulen ersetzt. Wer die Kurzwelle gut zum Laufen gebracht hat kann durch einen Umschalter am Eingang des FET-Vorverstärkers zwischen Mittel- und Kurzwelle wechseln.

Wir brauchen:

- Eine zum Drehkondensator parallel geschaltete Schwingkreisspule,
- eine zum HF-Verstärker führende Ankopplung an den Schwingkreis,
- eine gegenläufig gewickelte oder anders herum angeschlossene Rückkopplungsspule
- und eine möglichst lockere Einkopplung der Drahtantenne

Alle werden auf einen gemeinsamen zylindrischen Spulenkörper ("Plastikdose") gewickelt.

Die Schwingkreisspule und der Drehkondensator bilden den frequenzbestimmenden Schwingkreis. Je weniger Windungen die Schwingkreisspule hat, desto höher die Resonanzfrequenz des Kreises. Die mit einer abgeschirmten Koaxialleitung zum Empfänger führende Koppelspule sollte den Schwingkreis nur gering belasten und besteht daher nur aus einer Windung. Die Rückkopplungsspule sollte dem Schwingkreis gerade so viel Energie aus dem HF-Verstärker zurückführen, dass die Güte optimal wird. Wir haben schon erfahren, dass man die Rückkopplung über dieses Maß hinaus

steigern kann und das Radio zum Sender wird. Das Pfeifen, Quietschen oder Knurren im Lautsprecher ist ein sicheres Zeichen für diesen Zustand.

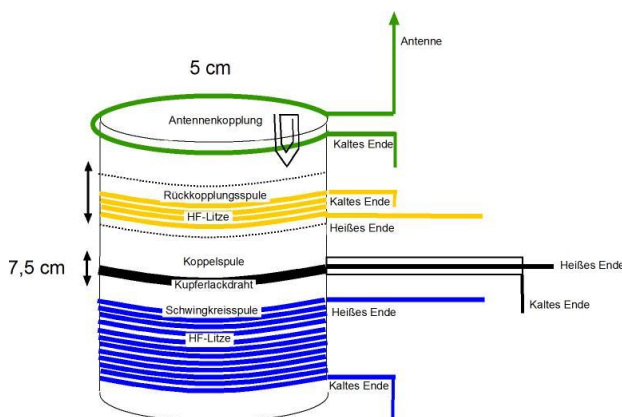
Die Antenne wird mit einer eigenen kurzen Schleife auf den Schwingkreis gekoppelt. Das andere Ende der Schleife wird auf Masse gelegt.

Gewickelt wird mit Kupferlackdraht. Wichtig ist, dass der Draht einen möglichst geringen elektrischen Widerstand hat, denn alles andere erniedrigt das "Q". Isolierter Eisendraht ist also völlig ungeeignet. Wir haben die Spulen auf einen Kunststoffzylinder mit dem Durchmesser 4 cm und der Länge 7,5 cm gewickelt. Diese mit einem Deckel versehene Dose steht später aufrecht, der Deckel wird später auf das Grundbrett geklebt. Zunächst wird die Dose mit einer Lage Papier ummantelt und mit Klebstoff fixiert. Ein weiterer auf dem Zylinder verschiebbarer Papierring trägt später die Rückkopplungsspule. Deren Abstand zur Schwingkreisspule entscheidet mit über Grad der Rückkopplung.

Die Schwingkreisspule hat bei den Maßen unserer Dose etwa 8 Windungen. Sie werden dicht an dicht im Uhrzeigersinn gewickelt und mit etwas Klebstoff fixiert. Mit dem Drehkondensator dessen Kapazität bei eingedrehtem Plattenpaket 465pF beträgt überstreicht der Schwingkreis einen Bereich von etwa 3 bis 10 Megahertz und damit fünf Rundfunkbänder.

Ein für die Bastelpraxis notwendiger Hinweis: Die angegebene Windungszahl gilt für das gewählte und ausprobierte Beispiel. Je größer der Spulendurchmesser, desto weniger Windungen werden benötigt um die gleichen Spulenwert (Induktivität) zu erhalten. Kommt ein Spulenkörper mit geringerem Durchmesser zum Einsatz brauchen wir mehr Windungen.

Im Internet findet man Berechnungsprogramme zum Schwingkreis und zum Spulenwickeln.



Grafik DL4AT

Die Koppelspule besteht nur aus einer Windung, hier ist 1mm dicker Kupferlackdraht zu empfehlen. Sie liegt als Ring am oberen, so genannten "heißen" Ende der Schwingkreisspule. Die kalten Enden der beiden Spulen werden mit der Masse der Platinen verlötet. Die Rückkopplungsspule wird entweder gegenläufig gewickelt oder im Uhrzeigersinn, dann aber anders herum angeschlossen. Die Verbindung zur Masse kann entfallen wenn die Kopplung zu stark ist. Sie hat im Beispiel vier Windungen.

Grundsätzlich gilt: Je lockerer die Antenne an den Schwingkreis gekoppelt ist desto geringer wird er belastet, desto besser die Trennschärfe und desto mehr Sender können wir hören.

Vom Mittelwellen-OBJ sind wir gewohnt dass die Rückkopplung ganz weich einsetzt. Damit lassen sich auch ganz schwache Sender aus dem Gerät herauskitzeln. Das wird mit steigender Frequenz immer schwieriger. Mit der verschiebbaren Rückkopplungsspule oder vielleicht auch ein paar Windungen weniger wird man hier einen Kompromiss finden.

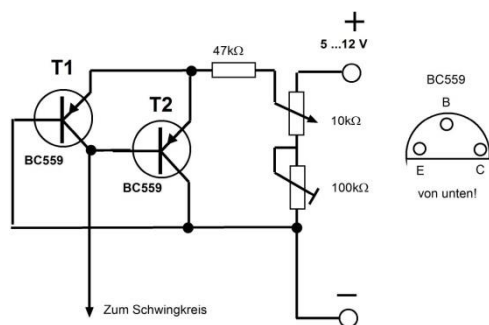
Die "Frequenzlupe" zur feineren Abstimmung

Die Kurzwelle erfordert viel Fingerspitzengefühl. Bei der Mittelwelle werden nur etwa 1200 Kilohertz überstrichen (500 - 1700 KHz), bei der Kurzwelle sind es mehr als 7000 und dort liegen die Sender fast doppelt so eng nebeneinander wie die Stationen auf der Mittelwelle (5 KHz statt 9 KHz).

Die Lösung: Ein elektrisch verkürzter zweiter Drehkondensator ("Drehko"). Technischer Hintergrund: Schaltet man zwei Kondensatoren parallel so addieren sich ihre Kapazitäten ($C_{ges} = C_1 + C_2$), schaltet man sie in Reihe so ist die Gesamtkapazität kleiner als der kleinste Wert ($C_{ges} = C_1 * C_2 / (C_1 + C_2)$). Eine "Frequenzlupe" erhalten wir, wenn wir vor den zweiten Drehko mit z.B. 30 - 500 pF einen Kondensator mit geringer Kapazität (z.B. 30 pF) in Reihe schalten. Dies ergibt $C_{ges} = 30 * 30 / (30 + 30)$ bzw. $C_{ges} = 500 * 30 / (500 + 30)$ also 15 - 28 pF. Dieser elektrisch "verkürzte" Drehko wird dem Hauptdrehko parallel geschaltet. Dadurch erhöht sich die eingestellte Kapazität um 15 bis 28 pF. Mit dem Hauptdrehko wählen wir einen Bereich vor, mit der "Frequenzlupe" können wir diesen Bereich feiner abstimmen.

Steigerung der Schwingkreisgüte: Der Q-Multiplier

Q-Multiplier für das "OBJ"-Radio nach DL1CR



Grafik DL4AT

Eine leicht aus wenigen Bauteilen aufzubauende, von DL6OBJ erdachte und von DL1CR weiterentwickelte Zusatzschaltung steigert die Empfangseigenschaften ganz gewaltig. Der aus zwei Transistoren, einem Widerstand und einem Potentiometer bestehende Q-Multiplier ersetzt einen großen Teil der restlichen Verluste im Schwingkreis und vervielfacht (*to multiply*) damit seine Güte. Er lässt sich, wie der FET-Vorverstärker als eigene Baugruppe in das Gerät integrieren.

Der Q-Multiplier wird direkt an das heiße Ende der Schwingkreisspule angekoppelt. Die an der Basis des rechten Transistors (T2) liegenden hochfrequenten Schwingungen steuern dessen Stromfluss zwischen Emitter und Collector. Der Collector von T2 ist mit der Basis von T1 verbunden der über seinen Emitter-Collectorstrom sowohl auf den Schwingkreis als auch auf die Basis von T2 zurückwirkt. Dadurch steuern sich die beiden Transistoren in Abhängigkeit vom Schwingkreis gegenseitig. Das Optimum dieser Funktion ist frequenzabhängig und wird mit dem 10 K Ω -Potentiometer geregelt. Mit ihm liegt ein 100 K Ω -Trimmer in Reihe der eine Voreinstellung des Arbeitspunktes ermöglicht. Anders als bei Kondensatoren addieren sich die Werte zweier in Serie geschalteter Widerstände. Wer das Glück hat ein 100 K Ω -Spindelpotentiometer mit langer Übersetzung zu besitzen kann sich auf diesen einen Regler beschränken.

Wie schon früher bei der Rückkopplung erreicht man mit dem feinfühlig eingestellten Potentiometer ein Optimum an Lautstärke und Trennschärfe, kurz bevor die Schaltung zu schwingen beginnt. Im etwas (!) überzogenen Zustand sind Morsezeichen (CW) und Einseitenbandmodulierte Sender (SSB), zum Beispiel im 80 und 40m Amateurfunkband zu empfangen. Mit Geduld und Fingerspitzengefühl beim Abstimmen und Regeln kann man hier abends Amateurfunken aus ganz Europa hören. Ungelöst ist noch das Problem, dass im 80m Band bei angezogener Rückkopplung abends auch Rundfunksender des 41m Bandes zu hören sind die die Amateurfunkstationen überlagern können. Der Grund: Rückgekoppelt schwingt das OBJ wie ein (schwacher!) Sender und erzeugt damit auch

Oberwellen z.B. auf der doppelten Frequenz. So kann eine Amateurfunkstation in der Nähe von 3650 KHz von einem Radiosender auf 7300 KHz überdeckt werden.

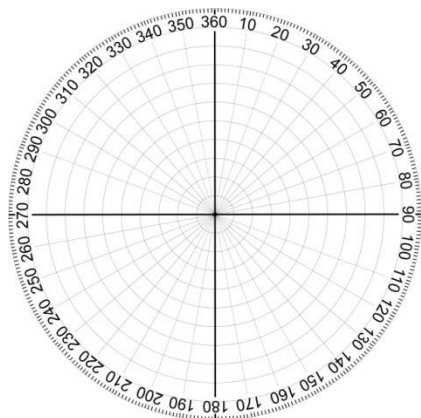
Gewöhnungsbedürftig ist, dass man den Q-Multiplier schon bei leicht veränderter Frequenz für maximale Lautstärke und Trennschärfe nachregeln muss. Das galt im Prinzip auch schon für die Rückkopplung aber in weitaus geringerem Maße.

Der Q-Multiplier erhöht die Kapazität des Schwingkreises was den Empfangsbereich tiefer legt. Das lässt sich aber kompensieren in dem man Schritt für Schritt (ausprobieren!) ein paar Windungen von der Schwingkreisspule abnimmt.

Skala für die Kurzwelle

Die Kurzwellenwelt ist groß und für Einsteiger ziemlich unübersichtlich. Früher hatten Radios eine Skala und einen durch den Abstimmknopf darüber wandernden Zeiger. Eine heute übliche digitale Frequenzanzeige wäre zwar möglich, würde über das Schulprojekt OBJ-Radio weit hinausgehen. Daher beschränken wir uns auf eine analoge Kreisskala und beschreiben, wie sie auch ohne die wahrscheinlich nicht vorhandenen Hilfsmittel wie Messender geeicht werden kann.

Wir beschränken uns auf eine rund um den Abstimmknopf auf die Gehäusefront aufgeklebte 360°-Skala mit Gradeinteilung. Der Abstimmknopf wird mit einem Zeiger ausgestattet.



Grafik DL4AT

Alles was wir brauchen ist einen kurzwellentauglicher Empfänger mit analoger oder digitaler Frequenzanzeige. Mit diesem "Messgerät" stellen Sie einen starken Sender ein, lesen seine Frequenz ab und versuchen ihn auch im "OBJ" zu finden. Dann tragen Sie diese Frequenz auf der noch leeren Skala des OBJ ein. Wenn Sie das mit mehreren Sendern machen erhalten Sie schon einen groben Überblick. Was aber wenn z.B. Radio China International auf mehreren Frequenzen gleichzeitig sendet? Und was ist mit den Bereichen zwischen den Rundfunkbändern?

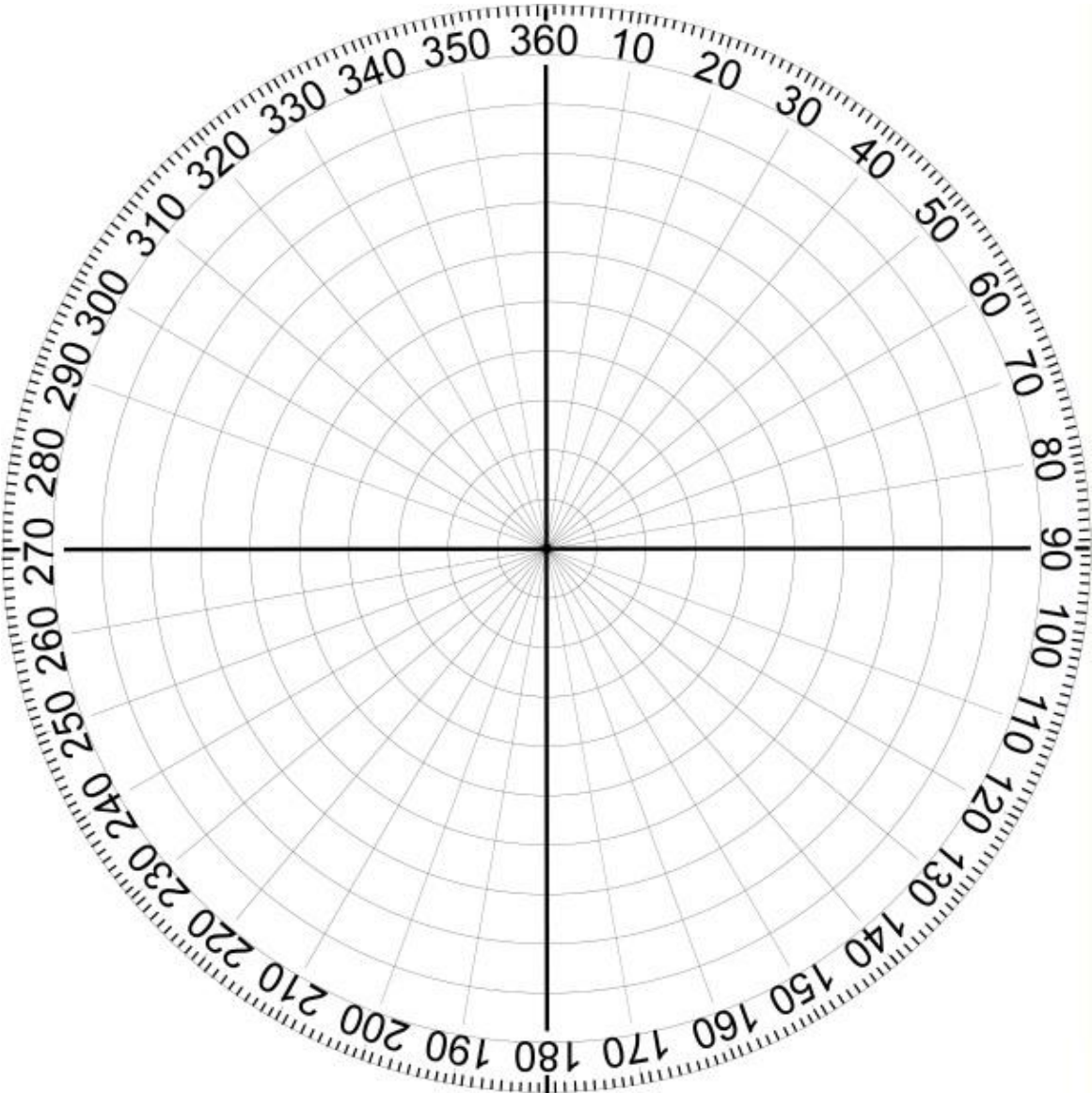
Es gibt noch andere Möglichkeiten: Nutzen Sie das OBJ als Sender (Rückkopplung!). Stellen Sie den in der Nähe aufgestellten Mess-Empfänger auf eine bestimmte Frequenz ein, z.B. 6000 KHz im 49 m Rundfunkband. Ziehen Sie die Rückkopplung des OBJ an bis es pfeift, mit dem Rückkopplungsregler oder dem Q-Multiplier. Das OBJ ist jetzt ein schwacher, nur einige Meter weit reichender Sender. Drehen Sie so lange an seinem Abstimmknopf des OBJ bis Sie das Signal im Messempfänger registrieren. Das OBJ wäre dann auf 6000 KHz eingestellt. So verfahren Sie auch mit 7000, 8000, 9000 und 10000 KHz.

Schwierig wird es in den Bereichen die ein normaler Empfänger nicht abdeckt. Im 75 m Band (etwa 4000 KHz) gibt es abends starke Sender die Sie als Eichmarken nutzen können, auf 5000 KHz einen in der Dunkelheit relativ starken Eichsender (Zeitzeichen) der im Sekundentakt Signale aussendet.

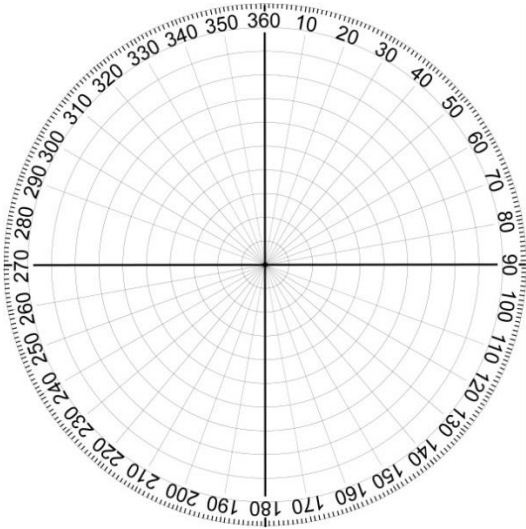
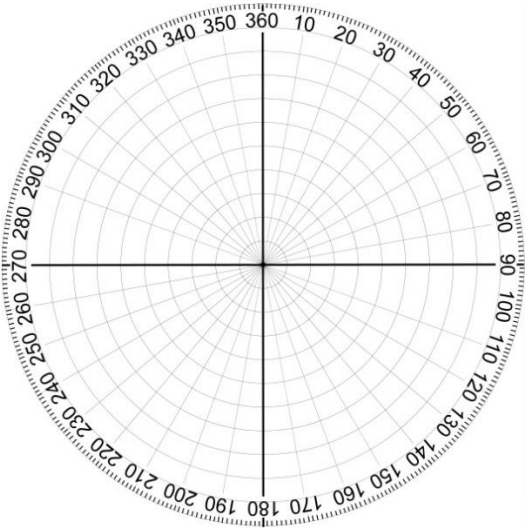
Wir empfehlen, die "Frequenzlupe" bei der Eichung in gleich bleibender Einstellung zu lassen (z.B. ganz herausgedrehtes oder halb hineingedrehtes Plattenpaket).

Im Internet finden Sie unter www.short-wave.info aktuelle Listen der gerade ("Now") aktiven Sender auf allen Kurzwellen-Rundfunkbändern.

Skala zum Ausdrucken (entsprechend verkleinern)

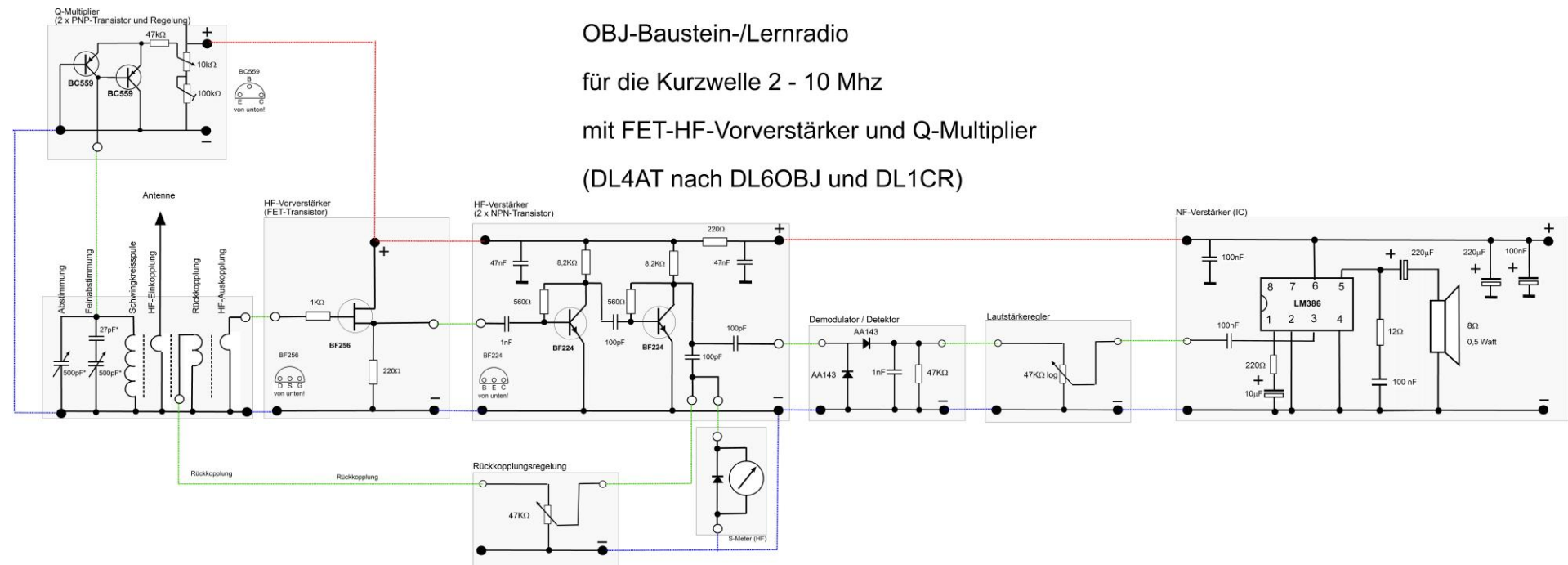


Grafik DL4AT



OBJ - Kurzwellenradio Schaltskizze

Spannung 9 - 12 Volt



OBJ-Baustein-/Lernradio
für die Kurzwelle 2 - 10 Mhz
mit FET-HF-Vorverstärker und Q-Multiplier
(DL4AT nach DL6OBJ und DL1CR)

Hinweis:

Der Frequenzbereich ist abhängig

- von der Anfangs- und Endkapazität des Haupt-Drehkondensators (z.B. 30 - 485 pF)
- von der Anzahl der Windungen der Schwingkreisspule (z.B. 8 Wdg. auf Zylinder 5 x 7,5 cm)
- von der Kapazität der im Q-Multiplier verwendeten Transistoren