

Hochwertiger 80-m-Fuchsjagdempfänger

Helmut Stadelmeyer – OE5GPL

Der Beitrag beschreibt den Aufbau eines ausgezeichneten, handlichen Fuchsjagdempfängers für das 80 m-Band.

Idee und Schaltung stammen von Harald Gosch, OE6GC [1], der in der Steiermark vor geraumer Zeit eine Bausatzserie von 25 Stück aufgelegt hat. Auch bei der ARDF-Weltmeisterschaft 2002 wurden einige dieser Geräte vom österreichischen Team mit Erfolg eingesetzt. Mittlerweile haben viele OM aus DL, HB9 und S57 nach seiner Bauanleitung diesen Fuchsjagdpeilempfänger mit Erfolg nachgebaut.

OM Harald hat den Empfänger nach dem Superhet-Prinzip entworfen und mit einem BFO ausgerüstet, so daß damit die Tonhöhe eines empfangenen, unmodulierten Trägers einstellbar ist und sich sogar Einseitenbandsignale abhören lassen, wenn man den Oszillator richtig einstellt. Ein sehr ausführliches Dokument, das den kompletten Aufbau des Original-Gerätes behandelt (PDF DISK ARDF80 V2.2.zip, ca. 1,2 MB), hat Harald auf seiner HomePage <http://www.gsl.net/oe6gc/download/> im Verzeichnis ARDF zum Herunterladen bereitgestellt. Darin beschreibt er in allen Details das Konzept, den mechanischen Aufbau, den Abgleich und mögliche Stolpersteine bei der Inbetriebnahme. Auch die Handhabung des Peilers wird an Hand von Bildern erklärt.

Der nachstehende Beitrag bezieht sich in vielen Punkten auf dieses Dokument von OE6GC; interessierte Leser sollten es sich also zum besseren Verständnis beschaffen.

Weil auch ich immer schon einen solchen Empfänger besitzen wollte, habe ich voriges Jahr endlich einen Anlauf genommen und das Gerät aufgebaut. Und weil das Bauteil-Vorratslager prall gefüllt ist mit ausgeschlachteten Komponenten, sollten nach Möglichkeit nur solche für das Projekt eingesetzt werden (das Hobby soll ja nichts oder zumindest nicht viel kosten...). Bei dieser Gelegenheit ist dann auch gleich ein neuer Leiterplattenentwurf entstanden. Er ist bestimmt nicht besser als das Original, aber er liegt im *.ps-Format vor und kann maßgenau auf dem Systemdrucker ausgegeben werden. So ist sichergestellt, daß die Platine nicht zu groß wird, sondern in das Gehäuse paßt

Schaltbild:

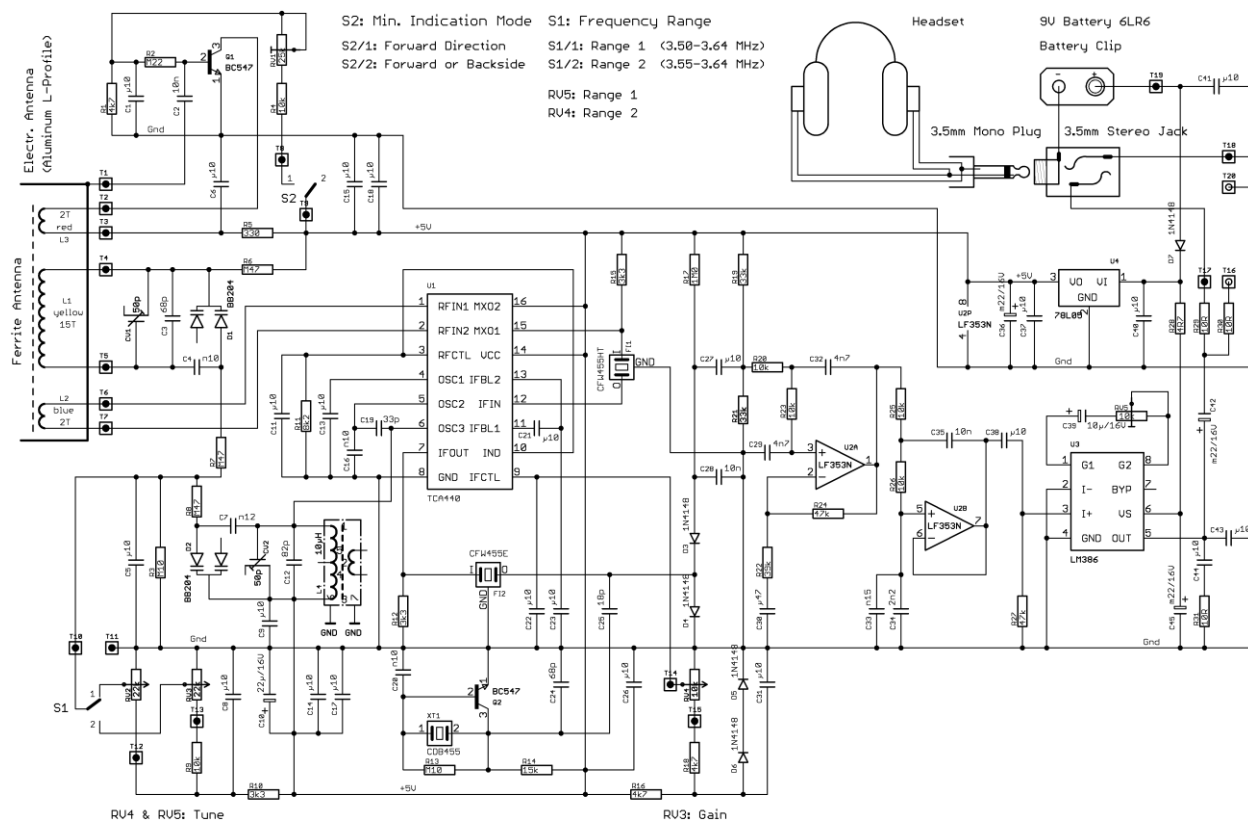


Abb. 1: Schaltbild des Empfängers

80m-Fuchsjagddempfer

Das Mustergerät ist mit einem über der Empfangsfrequenz schwingenden Oszillator aufgebaut, was einen größeren Abstimmbereich ergibt und so den SSB-Empfang möglich macht; die im Schaltbild angeführten Kapazitäten gelten für diese Ausführung.

Woher die Teile?

Wie schon eingangs angedeutet, stammen die Kleinteile mit wenigen Ausnahmen aus alten Platinen: Die keramischen ZF-Filter mit 455 kHz waren in C-Netz-Geräten eingesetzt und wurden auf Schrottplatten bei einem Afu-Flohmarkt wohlfeil angeboten, Widerstände und Kondensatoren sind in nahezu unbegrenzter Menge auf ausgemusterten Leiterplatten zu haben, die heutzutage überall anfallen und der Batterieclip stammt aus einer leeren 9 V-Batterie.

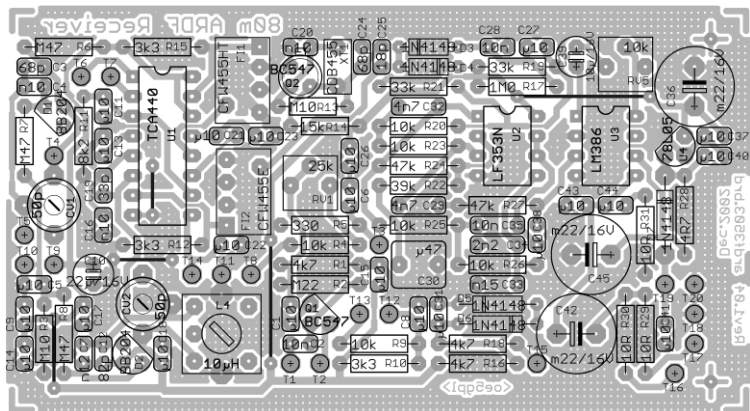


Abb.2: Bestückungsplan der Leiterplatte (nicht maßstäblich)

Im Laden gekauft wurden schließlich

- Gehäuse
- Kapazitätsdioden
- Resonator CDB455
- CV1, CV2, RV1, RV2
- der Alu-Winkel, der als elektrische Antenne dient und die Ferritantenne trägt
- die beiden Klammern und die beiden Kappen für das Isolierrohr, das die Ferritantenne schützt.

Das Leiterplatten-Layout liegt im POSTSCRIPT-Format zwecks Anpassung an den jeweiligen Drucker vor.

Warum dieses Format gewählt wurde und wie mit der *.ps Datei zu verfahren ist, wird im Verzeichnis WERKSTATT-TIPPS unter „Leiterplatten-Entwurf“ näher erläutert. Wir haben nicht die Absicht, Leiterplatten für das Gerät zum Kauf anzubieten; Nachbauwillige sind daher auf Selbsterstellung angewiesen.

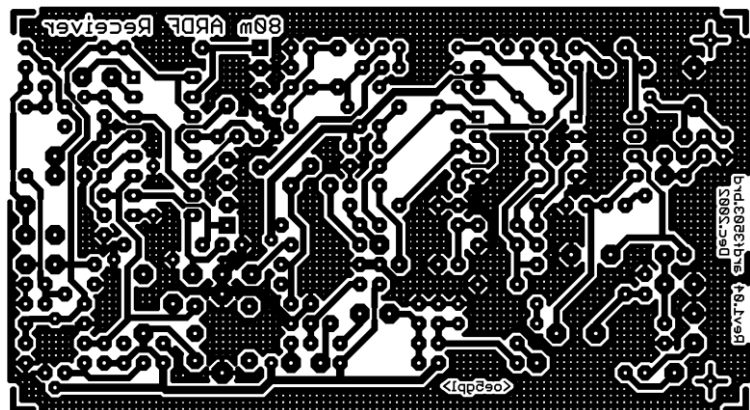


Abb.3: Layout der Leiterplatte (nicht maßstäblich)

Änderungen gegenüber dem Original

Beim Griff kam nach einigem Überlegen folgende Lösung zustande: Vorder- und Hinterseite bestehen aus je einer Holzleiste 20 * 10 mm, die Seitenteile sind aus 3 mm starken Sperrholzplatten mit 90 * 50 mm angefertigt (ein Rest aus den Jugendtagen meines Sohnes). Die 4 Teile wurden verleimt und nach dem Trocknen oben und unten schräg angeschnitten, so daß der Griff um ca. 10 Grad geneigt ist. Der Griff ist, so wie beim Original, das Batteriefach, darüber hinaus ist aber auch der zur Vor- Rückwärtsbestimmung notwendige Taster darin eingebaut, ganz ähnlich dem Abzug einer Pistole. Die Unterseite wird durch eine Abdeckplatte geschlossen. Die Batterie wird durch einen an der Rückseite des Griffes eingeklebten, etwas festeren Schaumstoffstreifen festgehalten, damit sie beim Laufen nicht klappert.

Die 4 Längskanten des Griffes werden gebrochen, so daß der Griff gut in der Hand liegt. Die gewählten Abmessungen sind für einen Erwachsenen gerade richtig, für Kinderhände aber vielleicht etwas zu groß.

Die weitere Bearbeitung des Griffes erfordert zumindest einen festen Bohrstand mit drehzahlregelbarer Handbohrmaschine und einen Bohrschraubstock, der auf der Bodenplatte des Bohrständers fixiert werden kann. Besser ist aber eine richtige Ständerbohrmaschine. Zum Bohren der Löcher wird ein Fingerfräser oder ein frisch geschliffener Holzbohrer notwendig sein, weil ein normaler Spiralbohrer beim Anbohren zu sehr ausweicht, wenn er auf eine harte Stelle im Holz trifft.

Will man die Verschlussverriegelung für das Batteriefach in der gezeigten Art herstellen, dann ist eine kleine Drehmaschine vonnöten. Die Bohrung im Griff hat einen Durchmesser von 6 mm, die eingepreßte Hülse ebenfalls. Sie besteht aus einem 5 mm langen Stückchen Messingrohr mit 5 mm lichter Weite, das wegen der Federkraft des Holzes nach dem Eindrücken fest sitzt. Der Verriegelungsstift aus Aluminium hat einen Bunddurchmesser von 5,5 mm; der in der Hülse sitzende Teil ist 4,8 mm dick und wird durch die darunter befindliche Feder nach oben gedrückt.

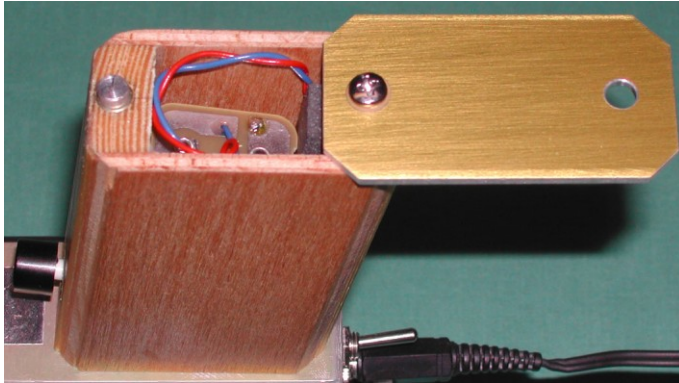


Abb.4: Aufbau des Griffes

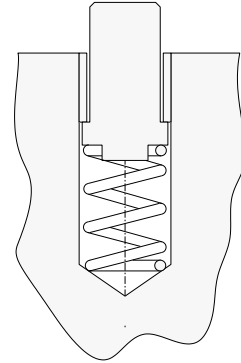


Abb.5: Detail der Verriegelung der Abdeckplatte

Ist während eines Laufes ein Batteriewechsel fällig, so schiebt man mit einem Aststückchen den Bolzen in den Griff, schwenkt den Deckel um 180 Grad und kann die Batterie bequem an den Anschlußdrähten herausziehen. Damit die Anpreßkraft des Deckels einstellbar ist, legt man unter den Schraubenkopf eine passende Scheibe aus Plastik, die auf dem Foto leider nicht recht zur Geltung kommt. Diese Art des Verschlusses ist zwar mechanisch ein wenig aufwendig, aber macht es nicht auch Freude, Details hin und wieder so perfekt wie möglich auszuführen?

Auch der Schalter für die Stromversorgung wurde geändert: Das Potentiometer für die Verstärkungsregelung hat einen Drehschalter, mit dem bei Nichtgebrauch die Batterie vom Empfänger getrennt wird.

Weil bei der niedrigen Betriebsfrequenz die Leitungslängen nicht ganz so kritisch sind, wurde zum Zweck einer leichteren Überprüfung eine zusätzliche, gelötete Verbindungsstelle zwischen Ferritantenne und Leiterplatte geschaffen, die aus einer kleinen Platine mit 6 Anschlüssen besteht. Sie erlaubt einen bequemen Tausch der Antennenanschlüsse T6 und T7, der im Fall einer unerwünschten Kopplung (Pfeifton bei ganz aufgedrehter Verstärkung) die Störung zumeist beseitigt. Das Mustergerät ist völlig frei von solch unerwünschten Pfeifstellen.

Auf die in der Originalbauanleitung beschriebene Möglichkeit des Ausklappens des Montagerahmens nach Lösen der Poti-Befestigungsmuttern wurde zugunsten eines etwas besseren Schutzes gegen Feuchtigkeit verzichtet.

Zusammenbau

Wichtig: Die Induktivität L4 ist auf der Unterseite der Leiterplatte angeordnet, damit auf der Oberseite der Platz für das Abstimmpotentiometer frei bleibt. Ich habe dafür zuerst ein Bauteil von NEOSID verwendet (blauer Plastikkörper mit 2 Anschlüssen auf einer Schmalseite) und letztendlich eine Drossel in widerstandsähnlicher Bauform (Abb. 14).

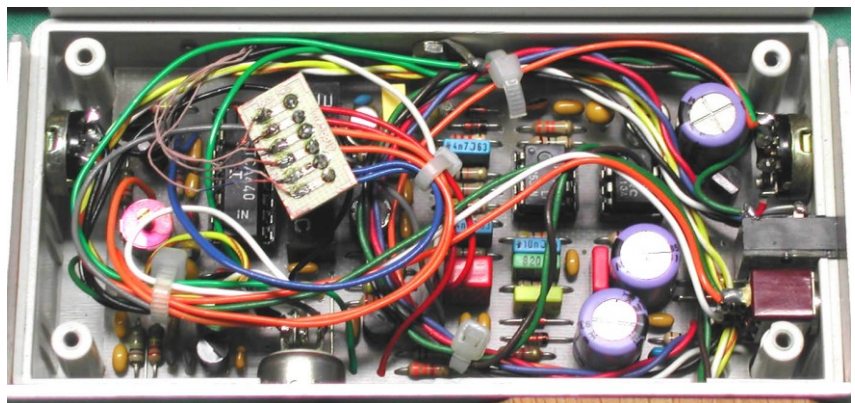
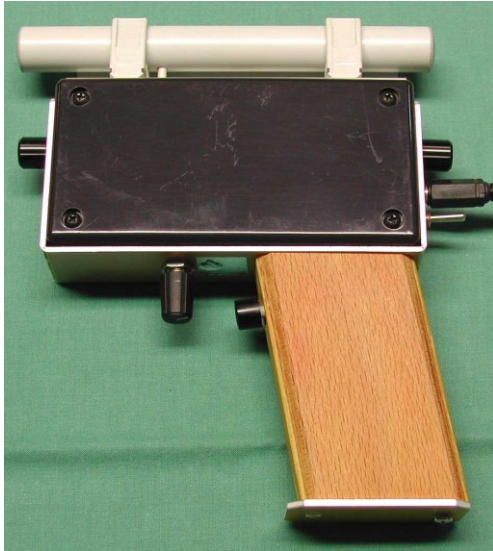


Abb.6: Innenansicht des verdrahteten Gerätes

80m-Fuchsjagdempfänger

Man stellt die Antennen fertig, baut sie zusammen und montiert den Alu-Winkel auf der Oberseite des Gehäuse-Unterteils. Dann montiert man den Griff am Haltebügel und schiebt das Gehäuse-Unterteil in den Haltebügel ein.



Es geht in der kleinen Schachtel recht eng zu, man muß deswegen möglicherweise das Verstärkungsregler-Poti zuerst einbauen und dann die fertig verdrahtete und funktionsfähige Platine einschieben. Anschließend lassen sich die Ohrhörer-Buchse, der Wahlschalter für den Abstimmbereich und die beiden restlichen Poti einbauen. Dazu sind die stehenden Bauteile im Bereich des vorderen Potis mit kürzestmöglichen Anschlüssen auf der Leiterplatte einzulöten, damit Platz zum Einschieben des Potis bleibt.

Die Empfangsleistung des Gerätes ist so gut, daß man in den Abendstunden im Bastelkeller SSB-QSOs deutscher, italienischer und anderer Stationen mithören kann – der Empfänger macht wirklich eine Riesenfreude. An OE6GC nochmals herzlichen Dank für den großartigen Entwurf!

Abb.7: Der fertige Peilempfänger

Bei der Herstellung und Inbetriebnahme von Sende- und Empfangseinrichtungen sind die gesetzlichen und postalischen Vorschriften zu beachten.

Gutes Gelingen und recht viel Spaß!

Helmut, OE5GPL

Verweise:

[1] Gosch, Harald, OE6GC: <http://www.qsl.net/oe6gc>

1. Nachtrag (Aug. 2008)

Bei mehreren nachgebauten Exemplaren hat die Inbetriebnahme Schwierigkeiten bereitet, auf die nachstehend genauer eingegangen wird. Daß bei meinem Musterexemplar nichts dergleichen aufgetreten ist, kann nachträglich nur als ein glücklicher Zufall gewertet werden.

An dieser Stelle vielen Dank an Eike, OE5EBL, der für die Suche nach wunden Punkten sehr viel Zeit aufgewendet und dank seiner professionellen Sachkunde Lösungen gefunden hat.

TCA440:

Der seinerzeit von SIEMENS in sehr guter Qualität gefertigte Original-IC ist kaum mehr erhältlich. Derzeit werden Nachbauten angeboten, die in der ehemaligen DDR von HFO (Halbleiterwerk Frankfurt/Oder) oder von dessen Nachfolger SiMI (Silicium Microelectronic Integration GmbH) gefertigt worden sind. Auch chinesische Hersteller wie GSG (Gunter Semiconductor GmbH) versuchen damit ihr Glück. Die damit gemachten Erfahrungen sind unterschiedlich, wenn man die originalen Oszillator-Bauteilwerte des OE6GC-Entwurfes verwendet, wobei allerdings die Zahl der untersuchten ICs gering war.



Abb.8: Der Original-IC



Abb.9: Ein DDR-Produkt von HFO



Abb.10: Produkt eines unbekannten Herstellers

Die Originale und das HFO-Produkt funktionieren damit einwandfrei, das Produkt eines unbekannten Herstellers hat dann eine unzureichende Verstärkung in der HF- oder ZF-Stufe. OE5EBL ist dem Problem nachgegangen, mehr dazu am Ende des Abschnitts „Oszillator“.

Kondensatoren:

Um in den HF-führenden Schaltungsteilen die Verluste gering zu halten und die Empfindlichkeit des Gerätes nicht unnötig zu verschlechtern, ist bei kleinen Kapazitäten bis 1 nF von der Verwendung der kleinen Vielschichtkondensatoren, wie sie zum Abblocken eingesetzt werden, abzuraten. In frequenzbestimmenden Schaltungsteilen sind keramische Kondensatoren von Vorteil. Weil Spulen zumeist einen positiven Temperaturkoeffizienten haben, empfiehlt OE5EBL, für die Schwingkreise solche mit oranger Kennfarbe (Material N150) zu verwenden.

Alle Kondensatoren im NF-Teil mit dem Rastermaß 5 mm sollen Folientypen sein, wie z.B. MKT.



Abb. 11: Keramischer NP0-Kondensator (schwarze Kennfarbe)

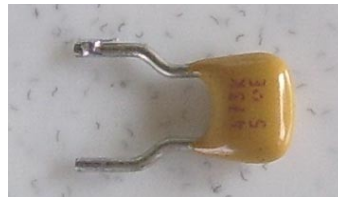


Abb. 12: Keramischer Vielschichtkondensator zur Abblockung

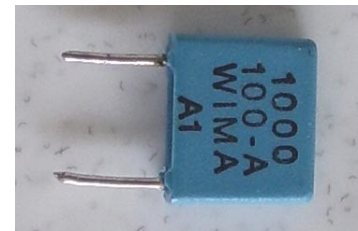


Abb. 13: Folienkondensator

Oszillator:

Man hat die Wahl, den Oszillator unter oder über der Empfangsfrequenz schwingen zu lassen.

Im ersten Fall wirken sich Änderungen der Kapazitäten, die durch wechselnde Umgebungstemperatur hervorgerufen werden, weniger stark aus. Man wird also, wenn überhaupt, während eines Laufes weniger oft nachstimmen müssen. SSB-Signale sind hörbar, werden aber erst verständlich, wenn man den Empfänger auf eine Frequenz oberhalb des Signals abstimmt. Das ist bei den verhältnismäßig breiten Filtern dann möglich, wenn der BFO ungefähr in der Mitte des Durchlaßbereiches schwingt. Bei viel Betrieb hört man mehrere Signale gleichzeitig in unterschiedlicher Tonhöhe. Die Induktivität im Oszillatorkreis beträgt in diesem Fall etwa 17 μH , der Abstimmbereich geht mit den im Schaltbild angegebenen Bauteilwerten über etwa 100 kHz.

Im zweiten Fall beträgt die Induktivität im Oszillatorkreis 10 μH , der Abstimmbereich des Oszillators ist dann etwas breiter und beträgt ca. 150 kHz.

Beim Nachbau, den OE5PLN gemacht hat, wollte der Oszillator anfangs nicht schwingen. Die Induktivität war aus einem käuflichen Spulensatz hergestellt und hatte 15 μH , wie eine Messung bestätigt hat. Versuchsweise wurde die Spule ohne den zugehörigen Abschirmbecher eingebaut und siehe da – dann funktionierte der Oszillator! Schob man den Abschirmbecher über die Spule, so setzte die Schwingung sofort aus. Sie wurde letztendlich durch eine in Abb. 14 gezeigte Induktivität ersetzt, wie sie auch im Mustergerät eingebaut ist. OE5EBL empfiehlt, die Rückkopplung des Oszillators durch Ändern von C16 und C19 kräftiger zu machen, sodaß der Oszillator auch dann einwandfrei funktioniert, wenn für L4 eine Induktivität mit geringerer Güte oder ein TCA440-Nachbau zum Einsatz kommt. Die im Schaltbild Abb. 1 angegebenen Werte berücksichtigen das bereits.

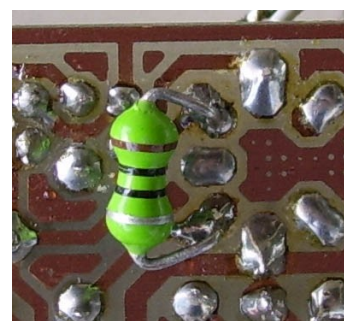


Abb. 14: Die verwendete Oszillatorspule

BFO:

Diese Stufe macht zwar den Empfang von unmodulierten Trägern und SSB-Signalen hörbar, sie hat aber die unangenehme Eigenschaft, daß die achte Oberwelle in den Empfangsbereich fällt und dort einen starken Träger liefert, der empfangene, schwächere Signale zudeckt: $455 \cdot 8 = 3640 \text{ kHz}$!

Mit den originalen Bauteilwerten liegt die Frequenz der 455-kHz-Resonatoren in der Gegend von 448 kHz und die Einbaurichtung des Resonators beeinflusst wegen der starken kapazitiven Belastung die Kurven-

form und Amplitude des erzeugten Signals. Laut Datenblatt sind solche Resonatoren grundsätzlich aber symmetrisch.

Die achte Oberwelle ist dann bei $448 \cdot 8 = 3584 \text{ kHz}$, fällt also in den für Fuchsjagden interessanten Bereich und demodulierte SSB-Signale liegen je nach den gewählten ZF-Filtern knapp innerhalb oder schon außerhalb des Durchlaßbereiches des ZF-Verstärkers. Mit den Bauteilwerten gemäß Schaltbild Abb. 1 beträgt die BFO-Frequenz jetzt 455 kHz und liegt somit in der Mitte des Durchlaßbereiches.

Filter:

Hier muß man einen Kompromiß schließen, denn Filter mit geringer Bandbreite sind gut für den Empfang von SSB, aber sie erfordern mehr Fingerspitzengefühl beim Abstimmen und machen gelegentliches Nachstimmen notwendig, weil der Oszillator durch den Einfluß der Umgebungstemperatur nicht stabil genug ist und deswegen das empfangene Signal mitunter aus dem Durchlaßbereich auswandert. Zudem sind solche Filter in der Regel etwas teurer. Im Mustergerät hat jetzt das erste Filter eine 6-dB-Bandbreite von $\pm 3,0 \text{ kHz}$, das zweite eine von $\pm 7,5 \text{ kHz}$. Damit ist zur passenden Zeit regelmäßig der Empfang von SSB-Stationen möglich.

Elektrische Antenne:

Mit der Ferritantenne kann zwar eine Richtungslinie ermittelt werden, in der sich der Fuchs befindet, aber man erhält keine Aussage, ob der Fuchs vor oder hinter dem Peiler ist. Zum besseren Verständnis das idealisierte Horizontaldiagramm einer solchen Antenne (Abb. 15). Der Spannungsvektor U_{ant} zeigt in die Richtung zum Sender, seine Länge ist durch den Kreis vorgegeben. Die Spannung U_{ant} , die in einer um den Ferritstab gewickelten Spule entsteht, hängt also von der Richtung ab, in die der Stab, bezogen auf den Sender, weist. Zeigt der Stab genau auf den Sender, dann hat der gestrichelte Pfeil die Länge Null, hält man den Stab quer zum Sender, dann erreicht die in der Spule induzierte Spannung ihren größten Wert.

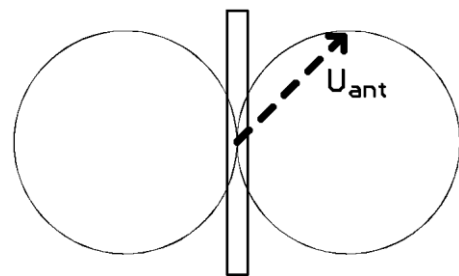


Abb.15: Horizontales Antennendiagramm eines Ferritstabes

Weil im Minimum eine kleine Richtungsänderung eine weit größere Spannungsänderung zur Folge hat als im Maximum, läßt sich durch eine Minimum-Peilung die Richtungslinie recht gut feststellen; der Stab zeigt dann genau auf den Fuchs oder von ihm weg.

Steht der Stab quer zum Sender, dann liefert eine zweite Antenne, die ihre Energie nicht aus dem magnetischen Feld bezieht, sondern aus dem elektrischen, eine Spannung, die entweder in Phase mit der vom Magnetfeld gelieferten Spannung ist, oder in Gegenphase. Ist der Betrag der beiden Spannungen auch noch gleich groß, dann kommt es in der einen Richtung zu einer Verstärkung und in der anderen Richtung zu einer Auslöschung des empfangenen Signals. Auch hier ist das Minimum leichter festzustellen als das wesentlich breitere Maximum. Weiß man bei zugeschalteter elektrischer Antenne, daß der Sender bei Signalminimum entweder auf der rechten oder auf der linken Seite sein muß, dann hat man auch schon die endgültige Richtung. Die Phasenlage dreht sich durch Vertauschen der Wicklungsanschlüsse T2 und T3 um - damit läßt sich die gewünschte Seite festlegen.

Der Betrag der vom elektrischen Feld gelieferten Spannung ist mit RV1 so einzustellen, daß sich die bestmögliche Auslöschung der beiden Spannungen ergibt, das heißt, es ist bei quergestelltem Ferritstab in einer Entfernung von etwa 200 m zum Sender auf Signalminimum abzugleichen. Dabei soll der Trimmer etwa in der Mitte stehen. Wird dieses Minimum nicht erreicht, dann ist die von der elektrischen Antenne gelieferte Spannung entweder zu klein oder zu groß.

Ist sie zu klein, dann ist kaum ein Unterschied in der Lautstärke eines empfangenen Signals festzustellen, wenn man sich einmal ohne und dann mit zugeschalteter E-Antenne im Kreis dreht. Nimmt die Lautstärke hingegen recht deutlich zu, dann wird sie zu groß sein, was bei einem hochverstärkenden Transistor der Fall sein kann. Abhilfe schafft in jedem Fall die Anpassung von R2, der Widerstand ist bei zuviel Verstärkung zu vergrößern.

Ferritantenne:

Von allen bei diesem Gerät verwendeten Bauteilen ist der Ferritstab dasjenige, das in seinen Werten eine ganz große Streuung aufweist. Solche Stäbe haben nicht nur die unterschiedlichsten Abmessungen, sie werden auch aus unterschiedlichen Materialien hergestellt, was ganz wesentlich sowohl die mit einer

bestimmten Windungszahl erreichbare Induktivität als auch die erzielbare Güte des Antennenkreises beeinflusst, von der wiederum die erreichbare Empfindlichkeit des Empfängers abhängt. Ganz offensichtlich gibt es Stäbe, die für dieses Gerät gut geeignet sind, und solche, die man besser nicht verwenden sollte. Leider sind diese Stäbe nicht gekennzeichnet.

Man wird deshalb mit Probewicklungen experimentieren und das Ergebnis messen müssen, braucht zum erfolgreichen Aufbau eines empfindlichen Empfängers also nicht nur ein genaues L/C-Meter, sondern ebenso eine Meßeinrichtung zur Kontrolle der Güte, wie beispielsweise den Netzwerktester (und man muß damit umgehen können, damit man in der Lage ist, die Meßergebnisse zu beurteilen und falsche Ergebnisse zu erkennen). Liegt die gemessene Betriebsgüte bei ansonsten einwandfreien Bauteilen wesentlich unter 70, dann sollte man sich um einen besser geeigneten Ferritstab umsehen. Näheres zu dieser Messung im nächsten Abschnitt.

Hat man zu solchen Meßgeräten keinen Zugang, erscheint der Aufbau des Empfängers als Erstlingsprojekt nicht empfehlenswert, weil man unter Umständen mit dem erreichten Ergebnis unzufrieden ist und kaum Möglichkeiten für eine Fehlersuche hat.

Die Induktivität des Antennenkreises ist, wie schon gesagt, von der Windungszahl und von der Art des Ferritstabes abhängig. Mit den im Schaltbild angegebenen Kondensatoren ist der Antennenkreis, der auch für die Spiegelfrequenzunterdrückung zuständig ist, im richtigen Bereich resonant, wenn die Induktivität zwischen 15 und 16 μH beträgt. Beim Musterexemplar sind dafür 14 Windungen auf einem nahezu schwarzen und fast glatten, 14 cm langen und 10 mm dicken Ferritstab notwendig. Der Abstimmbereich geht dann von 3495 bis 3646 kHz, er läßt sich mit dem Trimmer verschieben.

Gleichlauf und Güte:

Ein Erfordernis beim Überlagerungsempfänger ist das gleichzeitige Abstimmen von Oszillator- und Antennenkreis, wobei im Idealfall die Differenz zwischen den beiden Frequenzen über den gesamten Abstimmbereich genau der Zwischenfrequenz von 455 kHz entspricht. In der Praxis ist das nur annähernd erreichbar, wegen der mäßigen Güte des Antennenkreises ist eine geringe Abweichung aber nicht so schlimm.

Beim Mustergerät haben sich die unteren und die oberen Frequenzgrenzen mit den im Schaltbild angegebenen Bauteilwerten wie folgt ergeben:

Antennenkreis:	3495 kHz	bis	3646 kHz
Oszillator:	3950 kHz	bis	4095 kHz



Abb. 15: Eine Koppelsonde zur Messung der Oszillatorfrequenz

Die Messung der Oszillatorfrequenz hat sich als knifflig herausgestellt: Verwendet man einen Oszilloskop-Tastkopf am Eingang des Zählers und mißt an Pin 5 von U1, dann ist die angezeigte Frequenz grob falsch, weil die Kapazität des Tastkopfes den freilaufenden Oszillator kräftig verstimmt. Es bleibt in diesem Fall nur die induktive Kopplung mit einer kleinen Spule (4 bis 8 Windungen mit 6 mm Durchmesser) am Ende eines Koaxialkabels gemäß Abb. 15.

Die Ankopplung soll möglichst schwach sein, um den Oszillator so wenig wie möglich zu verstimmen. Das verlangt nach einem Zähler mit einer Empfindlichkeit von weniger als 10 mV. Der Unterschied zwischen der Messung mit einem 10:1-Tastkopf und der Koppelsonde ist beachtlich: Im ersten Fall werden 3,9444 MHz angezeigt, im zweiten 4,0852 MHz!

Die Betriebsgüte des Antennenkreises wird in unserem Fall durch folgende Gegebenheiten bestimmt:

- Impedanz an L1 (440 bzw. 940 k Ω m; die Widerstände R6 und R7 sind bei Abb. 19 bereits entgegen dem Originalbeitrag von 220 k Ω m auf 470 k Ω m vergrößert). Eine weitere bedeutende Verbesserung hat die Verwendung von HF-Litze mit 45*0,07 anstatt 0,5 mm CuL ergeben (vgl. Abb. 17 und Abb. 18).
- Impedanz an L2 (etwa 2,1 k Ω m || 3 pF gemäß Datenblatt); hier ist eine Verbesserung kaum möglich.
- Impedanz an L3 (etwa 4,5 k Ω m bei 1 mA Kollektorstrom durch Q1); Verbesserung ist nur durch geringeren Kollektorstrom erreichbar.

80m-Fuchsjagdempfänger

Die Abb. 16 bis 19 zeigen den Unterschied in der Güte des Antennenkreises in Abhängigkeit von den an L1, L2 und L3 angeschlossenen Impedanzen. Die Kurven sind mit dem FA-Netzwerktester aufgenommen, wobei der Generator an L2 über einen Serienwiderstand einspeist und L3 über den anderen Serienwiderstand am Detektor angeschlossen ist; L1 ist ganz normal mit der mit Spannung versorgten Platine verbunden.

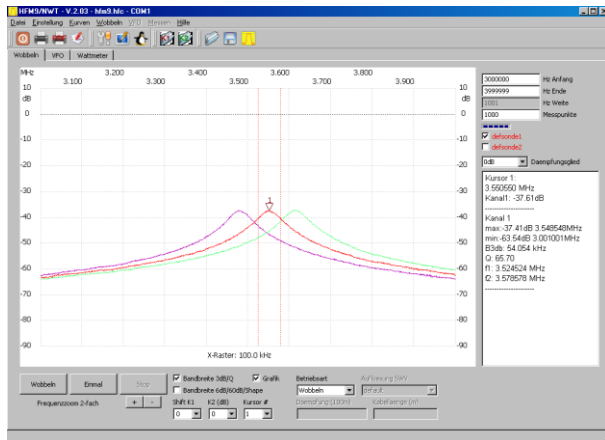


Abb.16: Güte von 65 bei 1k5 an L2 und L3

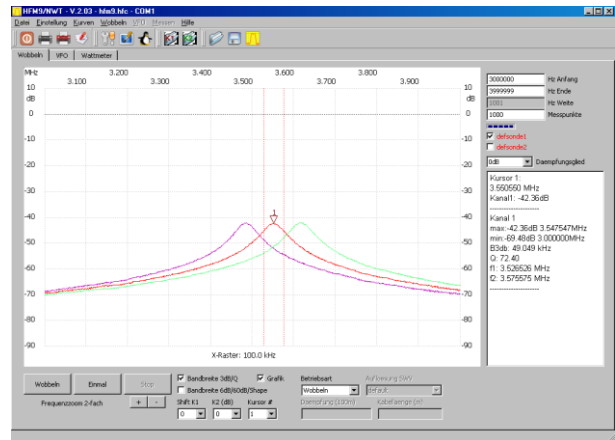


Abb.17: Güte von 72 bei 2k2 an L2 und L3

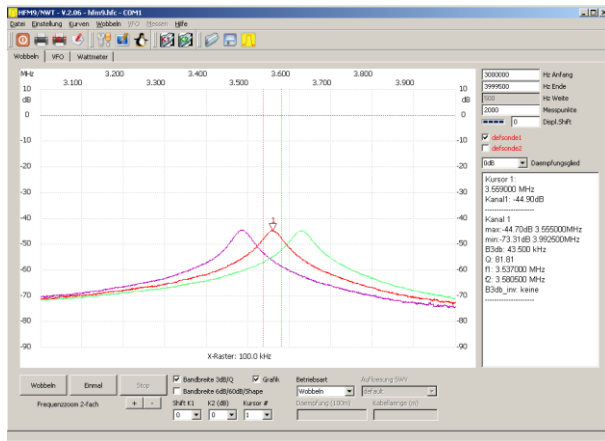


Abb.18: Güte von 82 bei 2k2 an L2 und L3 sowie HF-Litze bei L1

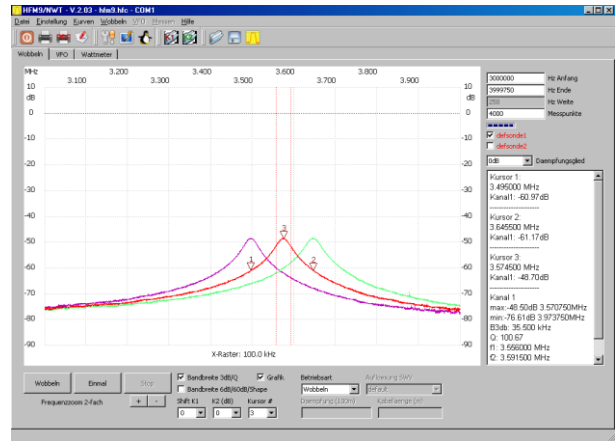


Abb.19: Güte von 100 bei 2k an L2 und 4k7 an L3 sowie 470 k für R6 und R7

Aus den Bildern ist der Abstimmbereich des Kreises auf der Frequenzachse und noch genauer bei den Markern ersichtlich. Auch die Güte ist rechts im Text angegeben, ebenso die 3-dB-Bandbreite. Beim Mustergerät liegt sie jetzt bei 100 und die Bandbreite beträgt demzufolge etwa 35,5 kHz. Die damit erreichte Spiegelfrequenzunterdrückung bei 4,53 MHz ist deshalb nicht sonderlich gut, sie reicht jedoch für den vorgesehenen Zweck aus und beträgt etwa 30 dB.

Zum Vergleich: Der anfangs von OE5PLN verwendete Ferritstab mit 20 cm Länge, geringfügig hellerer Farbe und gefühlsmäßig etwas rauherer Oberfläche bringt es unter diesen Bedingungen bei 3500 kHz nur auf eine Güte von 45!

Abstimmbereich:

Je nach Zielvorstellung kann man nur den Fuchsjagdbereich von 3500 bis 3600 kHz einstellen und wird dann wegen des schmalen Bereiches mit bequemer Abstimmung belohnt oder man kann einen Teil des SSB-Bereiches dazunehmen, um Interessenten die Möglichkeiten eines solchen Gerätes vorzuführen. Im letzteren Fall sollte es etwa von 3520 bis 3660 kHz einstellbar sein, um sowohl die Fuchsjagd als auch SSB-Vorfürungen abzudecken. Die Abstimmung auf einen Sender wird in diesem Fall ein wenig präziser sein müssen.

Die Breite des Abstimmbereiches kann durch Ändern von R10 angepaßt werden: Vergrößert man den Widerstand, wird der mögliche Hub der Abstimmungsspannung geringer und damit der Abstimmbereich kleiner.

Leiterplatte:

Es wurden Geräte sowohl auf FR4-Material mit 1,5 mm Dicke als auch auf Phenolharzplatten mit 1 mm Dicke aufgebaut. Ein Unterschied konnte trotz der schlechteren HF-Eigenschaften von Phenolharz nicht festgestellt werden, also wird es mit Hartpapier-Basismaterial ebenso gut funktionieren.

Umfang des Beitrages:

Als Verfasser einer Baubeschreibung steht man jedesmal vor der Wahl, Details der Funktion näher zu erklären oder aber diese Kenntnisse bei den Lesern vorauszusetzen. Für beide Meinungen gibt es gute Gründe.

Wer das Gerät als Erstlingsprojekt gewählt hat und mit der Technik von einfachen Empfängern noch nicht vertraut ist, wünscht sich naturgemäß eine möglichst detaillierte Beschreibung aller Funktionen zum besseren und vor allem leichteren Verständnis.

Jemand, der das alles längst weiß und das Gerät aus Spaß an der Freud' aufbaut, wird sich hingegen wegen der langatmigen Beschreibung über den Autor womöglich sogar wundern. Das wäre an sich nicht weiter schlimm, wenn da nicht noch für den Verfasser die Mühe des Schreibens wäre. Als solcher kann man sich aussuchen, die Zeit zu verwenden, um jedesmal die Grundlagen zu erklären, oder aber über die Jahre hin mehr Beiträge zu erstellen.

Weil die Grundlagen in der Literatur ausführlich beschrieben sind, wird ein jeder, der eine Wissenslücke beseitigen möchte, dort fündig. Zumeist hilft schon eine Nachschau bei WIKIPEDIA, wo auch viele weiterführende Hinweise gegeben werden. Es ist also keineswegs so, daß sich die Information nicht finden ließe, die man gerade sucht; das geht heute sogar leichter als jemals zuvor. Hat man sich einmal in eine Sackgasse verrannt und weiß gar nicht mehr weiter, dann wird auch ein gestandener Funkamateurliebling helfen, denn der oftgenannte HAM-Spirit ist allgegenwärtig – man muß es nur ausprobieren.

Ich bitte deshalb um Verständnis, wenn ich die Mühe des Suchens und Lernens dem Leser überlassen möchte.

Helmut, OE5GPL

2. Nachtrag (Apr. 2014)

Einige unserer Klubkollegen möchten heuer ebenfalls den Peiler nachbauen und die Suche nach Ferritstäben für die magnetische Antenne war auch schon erfolgreich. Weil bereits im 1. Nachtrag die unterschiedlich gute Eignung solcher Stäbe für diesen Zweck angesprochen wurde, soll bei der Auswahl dieses Mal nichts dem Zufall überlassen werden. Das macht ein geeignetes Meßverfahren zur Ermittlung der Betriebsgüte des am besten geeigneten Stabes notwendig und es soll von jedem, der Zugang zu einem Netzwerktester hat, nachvollziehbar sein. So kann dann aus einer Anzahl von Stäben der beste leicht herausgesucht und beurteilt werden.

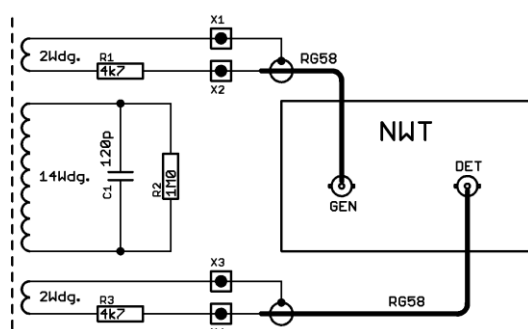


Abb. 20: Schaltung des Meßaufbaues zum Vergleich der Güte von Ferritstäben

Das Ersatzschaltbild des betreffenden Schaltungsteils zusammen mit dem Meßaufbau zeigt Abb. 20: Die beiden 470k-Widerstände R6 und R7 aus Abb. 1 sind hier in R2 zusammengefaßt (1 MOhm). Dieser Widerstand liegt parallel zum Schwingkreis und dämpft ihn. Die Einkopplung des Signals erfolgt über die Anschlüsse X1 und X2, R1 bildet annähernd die Impedanz des Verstärkers für das Signal der elektrischen Antenne nach.

Schließt man das Kabel ohne diesen Widerstand direkt an die Koppelwicklung an, dann ist sie mit der Generatorimpedanz von 50 Ohm abgeschlossen. Das hätte wegen der Transformation von 2 auf 14 Windungen im Schwingkreis einen zusätzlichen Dämpfungswiderstand von 2450

Ohm zur Folge und die Güte wäre dadurch so gering, daß Unterschiede in den Stäben nicht mehr erkennbar sind. Mit dem 4k7-Widerstand erscheint die Koppelwicklung hingegen durch das Transformationsverhältnis von 14:2 im Schwingkreis als 232750 Ohm $(14/2)^2 \cdot (4700+50)$. Beim Vergleich dieses Wertes mit R2 wird deutlich, daß R2 so gut wie keinen Einfluß auf das Meßergebnis hat.

Dieselben Überlegungen gelten für die zweite Koppelwicklung, an die der Detektor des NWT anzuschließen ist. Weil das an den Anschlüssen 1 und 2 des TCA440 eingekoppelte Signal symmetrisch ist, liegt die Eingangsimpedanz laut Datenblatt bei 4500 Ohm; sie wird durch R3 mit 4k7 nachgebildet.

Für die drei Wicklungen wurde der Festigkeit wegen kunststoffisolierter Massivkupferdraht mit 0,8 mm Durchmesser direkt auf den Stab gewickelt. Der Draht hat geringe Federwirkung, der Spulendurchmesser wird daher etwas größer. Deshalb lassen sich die Spulen leicht hin- und herschieben.

C1 soll eine verlustarme Type sein (Styroflex oder Glimmer), die große Spule ist in der Mitte des Stabes anzuordnen. Die beiden Koppelspulen hatten zur Schwingkreisspule einen Abstand von etwa 1,5 cm. Macht man den Abstand größer, nimmt zwar die Güte zu, die ausgekoppelte Energie wird jedoch geringer. Diesen Zusammenhang macht nachfolgende Tabelle deutlich.

Abstand [cm]	Güte Q	Pegel [dBm]
0	118	-51,0
0,5	130	-52,0
1,0	138	-53,6
1,5	145	-55,0
2,0	150	-56,4
3,0	157	-59,3

Es sind 5 Stäbe mit jeweils 10 mm Durchmesser untersucht worden, sie stammen zum Großteil aus alten Radios; technische Daten sind nicht verfügbar und die Hersteller sind unbekannt. Die zur Messung bereite Anordnung zeigt Abb. 21.

Die Ergebnisse bei ca. 1,5 cm Spulenabstand zeigt nebenstehende Tabelle. Daraus ist ersichtlich, daß ein Stab mit größerer Güte auch ein stärkeres Signal liefert als einer mit geringerer Güte - deshalb sammeln, messen und den besten verwenden!

Ein ungeeigneter Stab wie #1 macht hingegen einen ansonsten einwandfreien Peiler taub. Bei eigenen Messungen kann der für #2 ermittelte Wert als Anhaltspunkt für einen gut geeigneten Stab dienen.

Weil wir Funkamateure neugierig sind, haben wir nachträglich auch die vom FUNKAMATEUR angebotenen Ferritstäbe mit 150 mm Länge und 8 mm Durchmesser aus den Materialien 3B und 4B untersucht:

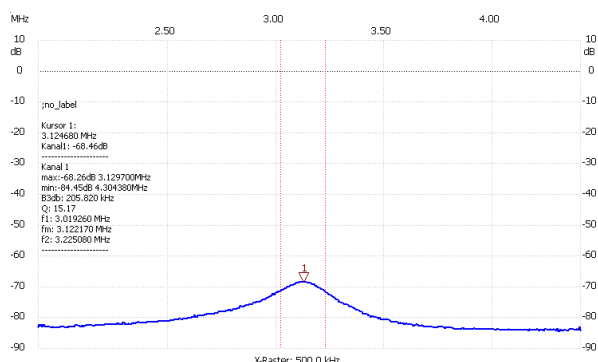


Abb.22: Gütemessung Material 3B

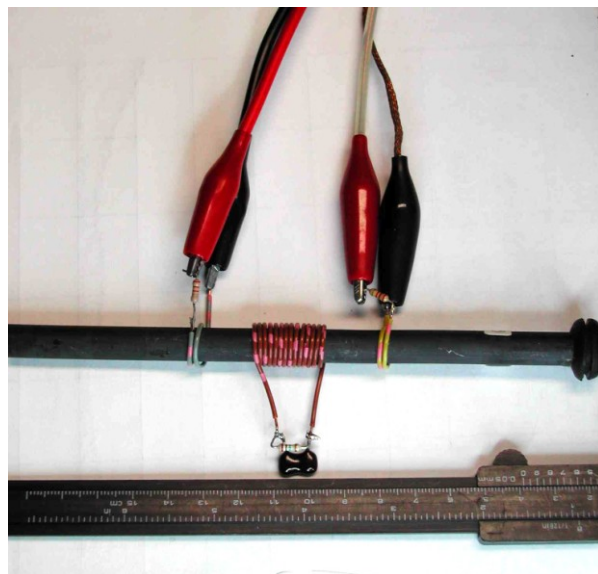


Abb.21: Meßaufbau zum Vergleich der Güte von Ferritstäben bei 3,5 MHz

Nr.	Länge [cm]	Güte Q	Pegel [dBm]
#1	22	~ 3	-72
#2	17,5	145	-55
#3	16	36	-63
#4	14	100	-58
#5	12	90	-59,5

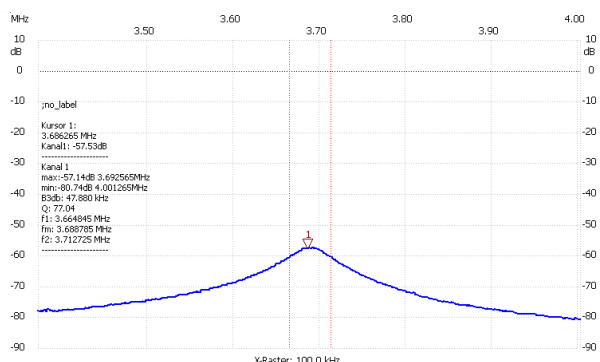


Abb.23: Gütemessung Material 4B

80m-Fuchsjagdempfänger

Das Ergebnis ist ein wenig ernüchternd, denn der aus dem Material 3B bringt es nur auf eine Güte von 15, jener aus 4B kommt auf 77, ist also für einen Peiler brauchbar (Abb. 22 und 23).

Will man den Peiler so empfindlich wie möglich machen, dann sind die Wicklungen auf dem Stab mit HF-Litze 45*0,07 oder noch mehr Einzeldrähten auszuführen. Die Güte der Antenne im fertigen Gerät wird dann etwas besser sein als das durch die Vorab-Messung ermittelte Ergebnis, weil eine solche Litze spürbar weniger Wirbelstromverluste hat als der bei dieser Messung verwendete massive Draht.

Der hier beschriebene Peiler hat jedenfalls den Stab #2 als neue Antenne bekommen. Die Koppelwicklungen haben zur Hauptwicklung einen Abstand von einigen Millimetern, der sich bei näherer Untersuchung als guter Kompromiß zwischen bester Signalübertragung und erreichbarer Güte herausgestellt hat. Sie sind aber nicht mit HF-Litze, sondern mit kunststoffisoliertem 0,4-mm-Draht ausgeführt. Das Ergebnis der Vorher- Nachher-Messung zeigen Abb. 24 und 25: Der Zugewinn beim maximalen Pegel beträgt immerhin fast 3 dB und die 3-dB-Bandbreite hat sich von 35 kHz auf 25 kHz verringert.

Eine ganz ausgezeichnete Zusammenfassung der physikalischen Zusammenhänge, die für Empfindlichkeit und Peilgenauigkeit eines 80-m-Fuchspeilers ausschlaggebend sind, hat DL7VDB zusammengestellt [2].

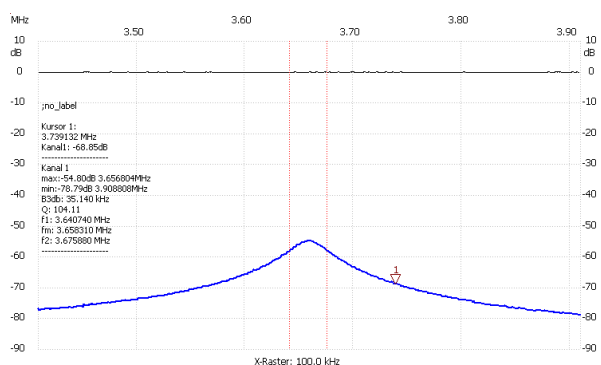


Abb. 24: Gütemessung alte Antenne

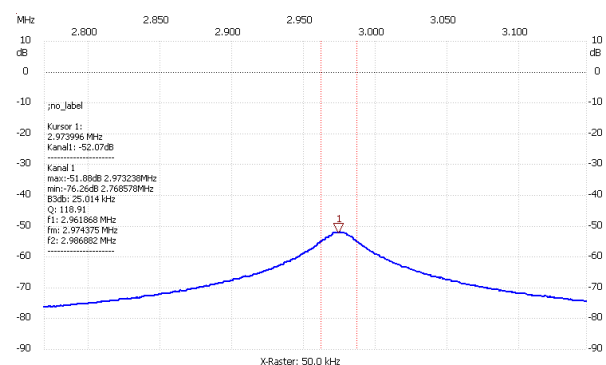


Abb. 25: Gütemessung neue Antenne

Weil die Resonanzfrequenz mit einem 110-pF-Kondensator bei der neuen Antenne bei 2,97 MHz liegt, die der alten aber 3,66 MHz beträgt, war bei C3 eine Änderung von 68 auf 33 pF notwendig. Damit ist der Trimmer CV1 wieder ungefähr in Mittenstellung.

Hinweis: Zu diesem Gerät gibt es mittlerweile eine ausführliche Aufbaubeschreibung *80mARDF-RX02.pdf* mit Maßzeichnungen und eine Stückliste *80mARDF-RX02partslist.pdf*.

Helmut, OE5GPL

(letzte Änderung 08.05.2016)

Verweise:

- [2] Schade, K.-H., DL7VDB: Antennensysteme, Empfindlichkeit und Peilgenauigkeit von 80-m-Funkpeilempfängern <http://ardf.darc.de/contest/technik/fpe80d.htm>