

# DCF77-Antennenverstärker nach UKW-Berichte 1/84

Helmut Stadelmeyer, OE5GPL

**Wer einen Frequenzzähler besitzt, stellt sich von Zeit zu Zeit die Frage, wie genau das Gerät denn nun wirklich mißt. Solchen Zweifeln geht man ein für allemal aus dem Weg, wenn man eine Frequenzreferenz anschafft oder baut. Die beiden ersten Glieder in der Kette der dafür notwendigen Baugruppen sind die Ferritantenne und ein passender Antennenverstärker. Beides wird nachstehend beschrieben.**

Schon bei den einfachen Zählern mit 6 oder 7 Stellen Anzeigebereich ist die Genauigkeit von Interesse, weil ein normaler Quarz eine Frequenztoleranz von  $\pm 50$  ppm hat, was bedeutet, daß die 5. Stelle bereits unsicher ist. Ist man Besitzer eines teuren Zählers mit 8 oder noch mehr Stellen Anzeigebereich und womöglich einem thermostatgeregelten Oszillator, dann ist die Frage nach der Genauigkeit umso interessanter.

Ein ganz wesentlicher Teil einer solchen Referenz sind jene Stufen der Schaltung, die das von der Antenne empfangene Funksignal aufbereiten. Bei der nachstehend beschriebenen Aktivantenne handelt es sich um den teilweisen Nachbau des in [1] beschriebenen DCF77-Empfängers. Diese Schaltung wurde wegen des abgleichbaren Quarzfilters gewählt, das eine fast vollständige Unterdrückung der 5. Oberwelle der PAL-Zeilenfrequenz ermöglicht, die sonst einfache DCF77-Empfänger leicht aus dem Tritt bringt. Zum erfolgreichen Nachbau ist die Kenntnis des in [1] erschienenen Beitrages notwendig.

Die hier beschriebene Aktivantenne wird Teil einer noch aufzubauenden Frequenzreferenz, die wahlweise durch DCF77 oder GPS synchronisiert wird, wobei für den GPS-Empfang ein JUPITER-Modul zum Einsatz kommt, das einen sehr genauen 10-kHz-Ausgang hat. Als PLL-gesteuerter Oszillator ist ein guter OCXO vorgesehen, der ganz behutsam nachgeregelt wird, um die Kurzzeitstabilität des Referenzsignals so hoch wie möglich zu treiben.

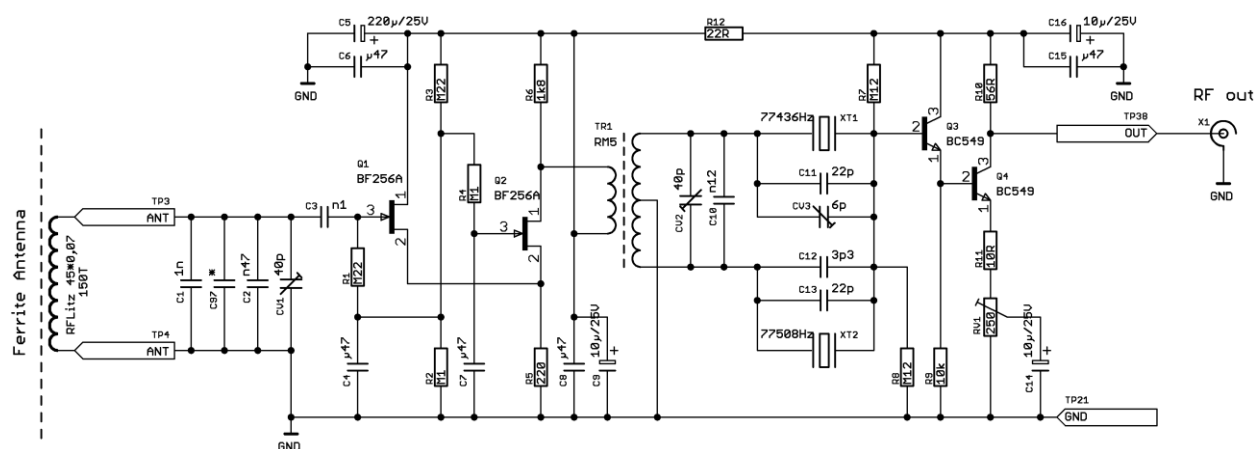


Abb. 1: Schaltbild des Antennenverstärkers

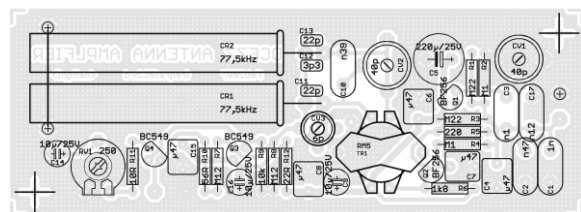


Abb. 2: Bestückungsplan

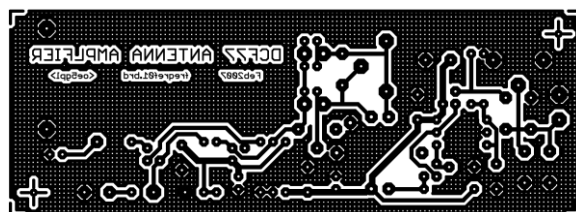


Abb. 3: Leiterplatten-Layout (nicht maßstabgetreu)

## Änderungen gegenüber der Beschreibung von [1]

- Es wurde ein vorhandener, fertig bewickelter Ferritstab mit 200 mm Länge verwendet, weswegen die Kreiskapazität um 120 pF auf insgesamt ca. 1600 pF erhöht werden mußte, um bei 77,5 kHz auf Resonanz zu kommen (mit \*, bezeichnete Kondensatorwert). Die Kreisgüte liegt bei etwa 80.

# DCF77-Antennenverstärker nach UKW-Berichte 1/84

Helmut Stadelmeyer, OE5GPL

- Als Übertrager TR1 kam anstatt des vorgeschlagenen Ringkernes R16N30 ein vorhandener RM5-Schalenkern von S&M ohne Luftspalt zur Anwendung, der mit den in [1] angegebenen Windungszahlen bewickelt worden ist. Die verwendete HF-Litze ist etwas dünner als die empfohlene 45\*0,05CuLS, weil sonst der Wickelraum knapp geworden wäre.
- C10 ist wegen des geänderten Übertragers auf 120 pF zu verringern; mit den in der Originalschaltung angegebenen 390 pF ist kein Abgleich der oberen Filterflanke möglich.
- Es standen nur Quarze mit 77438 und 77458 Hz zur Verfügung. Deswegen liegt die Mittenfrequenz des Filters nicht genau auf 77500 Hz, sondern knapp darunter.

## Aufbau

Wegen der niedrigen Arbeitsfrequenz kann die Leiterplatte aus beliebigem Material angefertigt werden.

Das Gehäuse besteht aus einer U-förmigen Halbschale, die Bohrungen zur Aufnahme der Befestigungsschrauben für die Leiterplatte sowie vier zusätzliche Löcher zum Durchstecken von zwei Kabelbindern erhalten hat. Der Deckel ist ebenfalls ein passend zugeschnittenes und zurechtgebogenes Stück Blech mit 1 mm Stärke.

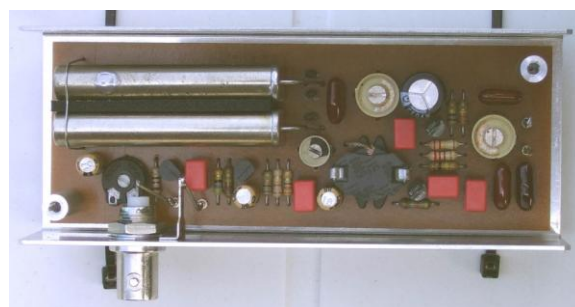


Abb. 4: Fertiger Antennenverstärker

## Abgleich

Dafür wurde der FA-Netzwerktester verwendet. Es ist darauf zu achten, daß der Wobbeldurchlauf langsam erfolgt, weil sonst wegen des sehr schmalen Filters die angezeigte Durchlaßkurve nicht richtig dargestellt wird. Über den tatsächlichen Pegelverlauf der beiden Dämpfungspole im unteren Bereich des Diagrammes geben die nachstehenden Kurven wegen der begrenzten Meßdynamik keine genaue Auskunft.

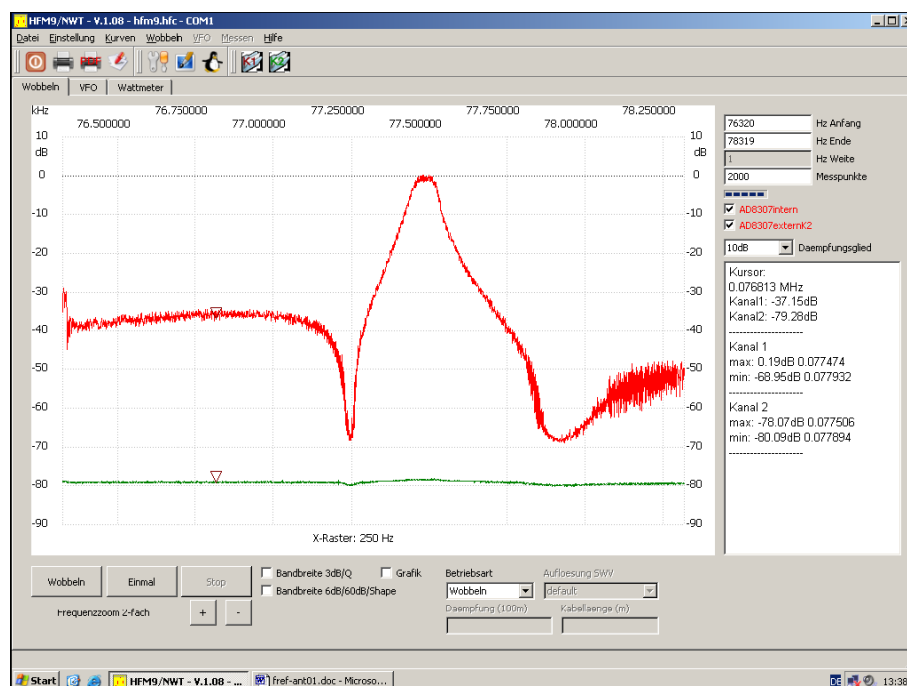


Abb. 5: Grob abgeglichene Durchlaßkurve des Antennenverstärkers bei vergleichsweise kräftiger Ankopplung des Generators

# DCF77-Antennenverstärker nach UKW-Berichte 1/84

Helmut Stadelmeyer, OE5GPL

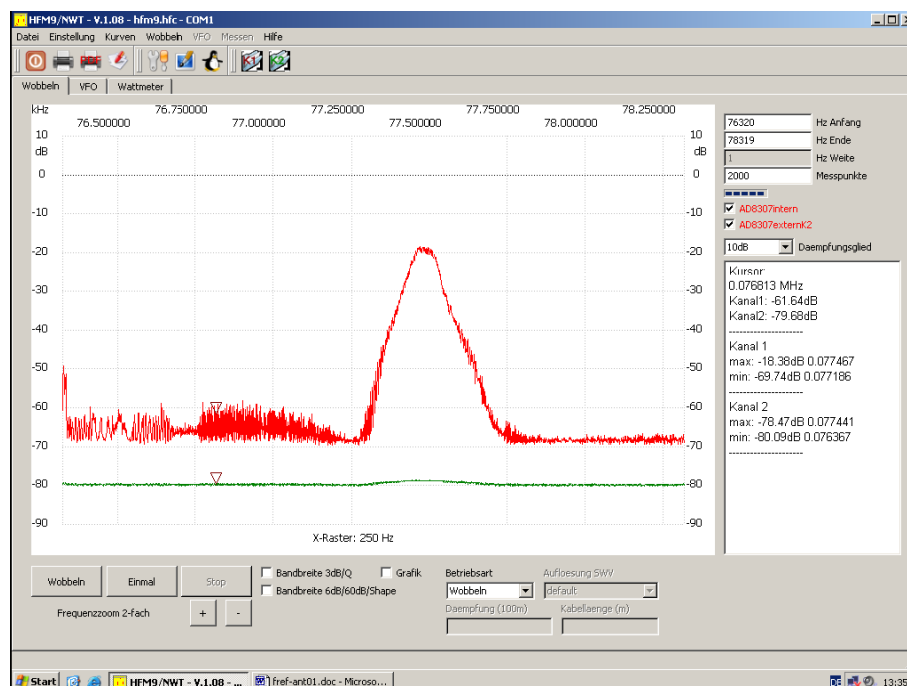


Abb. 6: Verlauf bei loser Ankopplung des Generators; man sieht, daß aufgrund der geringeren Dämpfung durch die Koppelspule die Filterflanken noch ein wenig steiler geworden sind.

Der Generator war an eine eisenlose Spule mit mehreren hundert Windungen 0,4 mm CuL angeschlossen, die ca. 25 mm lichten Innendurchmesser hat. Die Amplitude des empfangenen Signals war durch Verändern von Abstand und Richtung der Spule zum Ferritstab bequem und feinfühlig einstellbar. Der Dämpfungspol der oberen Filterflanke wurde auf die 5. Oberwelle der Fernseh-Zeilenfrequenz justiert (78125 Hz, Abb. 7). Die Einstellung von CV3 ist sehr kritisch.

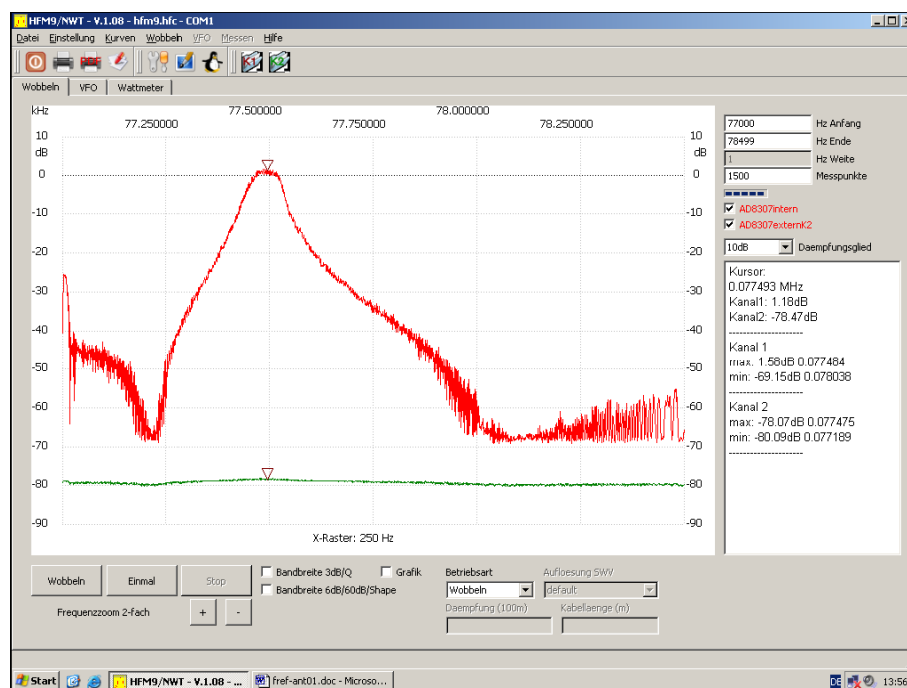


Abb. 7: Obere Flanke ist bereits auf 78125 Hz abgeglichen

# DCF77-Antennenverstärker nach UKW-Berichte 1/84

Helmut Stadelmeyer, OE5GPL

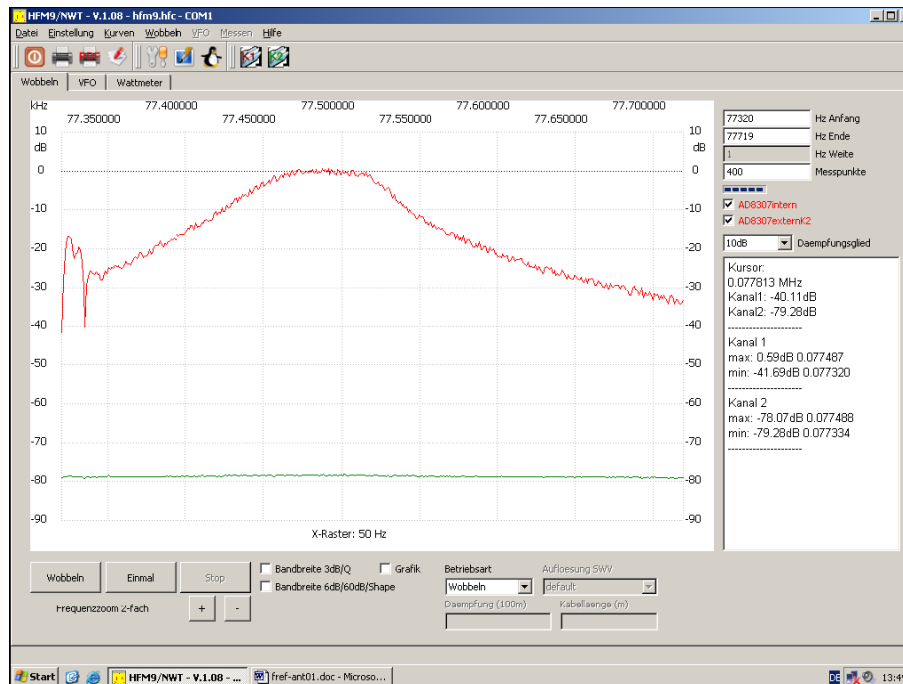


Abb. 8: Detail des Durchlaßbereiches

Die Baugruppe nimmt bei 8 V Versorgungsspannung ca. 20 mA auf. Weil der zugehörige Empfänger noch nicht fertig ist, wird sie derzeit an einem FN7000-Frequenznormal von ELV betrieben, das zu diesem Zweck eingangsseitig ein wenig abgeändert worden ist. Obwohl das 77,5-kHz-Signal nach der analogen Empfängerstufe des FN7000 am Oszilloskop vollkommen einwandfrei aussah, wollte die PLL des 10-MHz-Oszillators nur hin und wieder und dann nur für kurze Zeit einrasten. Bei der Internet-Suche nach einem Schaltbild für den FN7000 kam auch ein Hinweis von Peter, DC6KM zum Vorschein:

Peter hat bei seinem Gerät festgestellt, daß der dem Bausatz beiliegende 10-MHz-Quarz die Ursache für das mangelhafte Einrasten der PLL war. Seine Vermutung ist, daß der Quarz für Parallelresonanz ausgelegt ist anstatt für die erforderliche Serienresonanz. Nach dem Austausch des No-Name-Produktes in meinem Gerät gegen einen Markenquarz ist auch hier das Synchronisieren wesentlich leichter zu erreichen. Herzlichen Dank für den wertvollen Hinweis, Peter!

Warum der Originalquarz in meiner FN7000-Schaltung nicht so funktioniert, wie er soll, ist derzeit nicht ganz klar, denn es handelt sich zweifelsfrei um ein Bauteil, das für Serienresonanz bemessen worden ist, wie aus Abb. 9 eindeutig hervorgeht. Ein Grund könnte sein, daß es sich bei diesem Oszillator um eine sehr einfache Schaltung handelt, die einen 74HC00 als Verstärkerelement benutzt, ein anderer ein ungünstig dimensioniertes Schleifenfilter in der PLL.

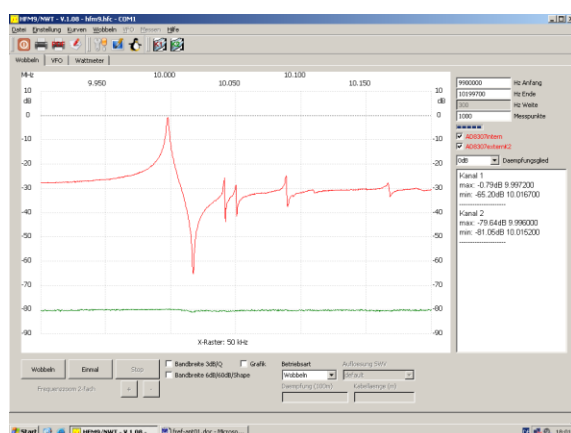


Abb. 9: Resonanzverlauf beim ungeeigneten Quarz

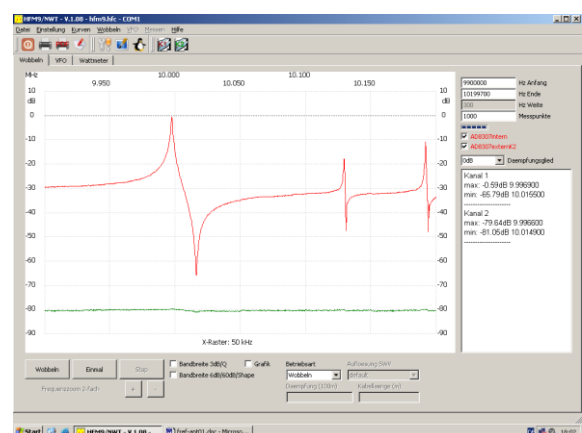


Abb. 10: Verlauf bei einem passenden Quarz

# DCF77-Antennenverstärker nach UKW-Berichte 1/84

Helmut Stadelmeyer, OE5GPL

## Unterlagen

Alle zum Nachbau notwendigen Unterlagen sind in der gepackten Datei *fref-ant01.zip* enthalten:

- Schaltplan *fref-ant01s.pdf*
- Bestückungsplan *fref-ant01d.pdf*
- Layout der Leiterplatte *fref-ant01b.ps* (116\*42 mm) sowie die Datei *150mm.ps* als Vergleichsmaßstab

Das Platinen-Layout und der Vergleichsmaßstab haben zwecks Maßanpassung an den jeweiligen Drucker das POSTSCRIPT-Format. Wie man mit den \*.ps-Dateien verfährt, ist unter [2] im Verzeichnis „Werkstatt-Tipps“ bei „Platinenentwurf“ nachzulesen.

## Erkenntnisse

Die Aktivantenne funktioniert auch in der Kombination mit dem FS7000 recht gut, die Kurzzeitstabilität des als Referenz benutzten 10-MHz-Ausganges läßt aber noch Wünsche offen:

Beim Vergleich mit einer 3-MHz-OCXO-Zählerzeitbasis, die sehr gute Kurzzeitstabilität aufweist, sind beim 10-MHz-Ausgang des FS7000 kräftige Phasenschwankungen feststellbar, wenn man die beiden Signale mit einem Zweikanaloszilloskop betrachtet.

Bei dieser Untersuchung ist darauf zu achten, daß die aus der Referenz stammende Frequenz kein Vielfaches der Vergleichsfrequenz ist; beispielsweise sind 10 und 3 MHz wie im gegenständlichen Fall geeignet. Beachtet man das nicht, so wird man einen deutlich ausgeprägten Zieheffekt bei der Referenzfrequenz feststellen, der seine Ursache in der nur mäßigen Entkopplung der beiden Kanäle des Oszilloskops und der dadurch bedingten Rückwirkung auf den Oszillator hat: je nach Gerät und Frequenz beträgt die Übersprechdämpfung der steilen Flanken eines Vergleichssignals zwischen den beiden Kanälen nur um die 40 dB, was ausreicht, um das Signal der Referenz schon ein wenig mitzuziehen. Das täuscht dann Phasensprünge vor, die in Wirklichkeit gar nicht vorhanden sind!

Die Stärke dieser Schwankungen hängt unter anderem von der augenblicklichen Wetterlage ab, wie während der Versuche deutlich festzustellen war: gegen Ende einer Schönwetterperiode, wenige Stunden vor dem Eintreffen der Schlechtwetterfront, war so gut wie gar kein dauerhaftes Einrasten zu erreichen, nach Beginn des Regens klappte das Synchronisieren hingegen problemlos. Auch der einfache Oszillator und ein nicht ideal dimensioniertes Loopfilter der PLL mögen ihren Teil beitragen.

OE5EBL hat für einen Versuch zwei der modernen kleinen 77,5-kHz-Quarz-Stimmgabelresonatoren als Ersatz für die in Abb. 4 ersichtlichen Längsdehnungsschwinger, welche mittlerweile schwer zu beschaffen und dementsprechend teuer sind, zur Verfügung gestellt. Mit den modernen Quarzen ist in dieser Schaltung bei unveränderten anderen Bauteilen so gut wie gar keine Filterkurve zu erzielen, weil diese Quarze völlig andere Daten haben.

Für ein zufriedenstellendes Ergebnis wäre das Umdimensionieren der Schaltung unerlässlich [3]. Das wird vielleicht zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

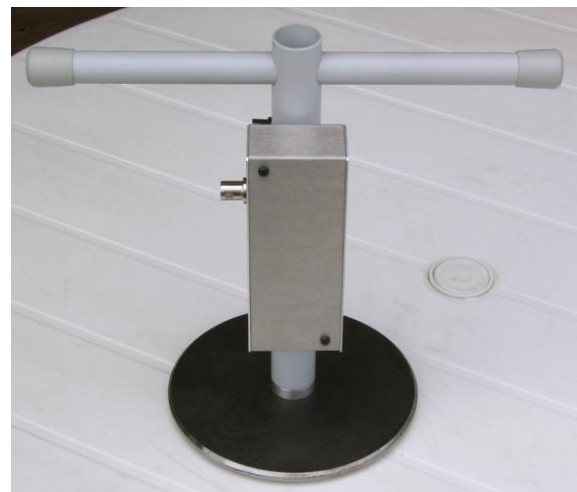


Abb. 12: Betriebsbereite DCF77-Antenne

Helmut, OE5GPL

## **DCF77-Antennenverstärker nach UKW-Berichte 1/84**

Helmut Stadelmeyer, OE5GPL

Quellen und Verweise:

- [1] Krug, Friedrich, DJ3RV: UKW-Berichte 1/84, S. 42 – 60, DCF77-Empfänger
- [2] OAFV-HomePage, TECHNIK / TIPPS, Platinentwurf: [http://www.oe5.oevsv.at/basteln\\_js/tipps.htm](http://www.oe5.oevsv.at/basteln_js/tipps.htm)
- [3] Neubig, Bernd, DK1AGD: Moderne Quarzfilter für den Langwellenbereich, <http://www.axtal.com/>