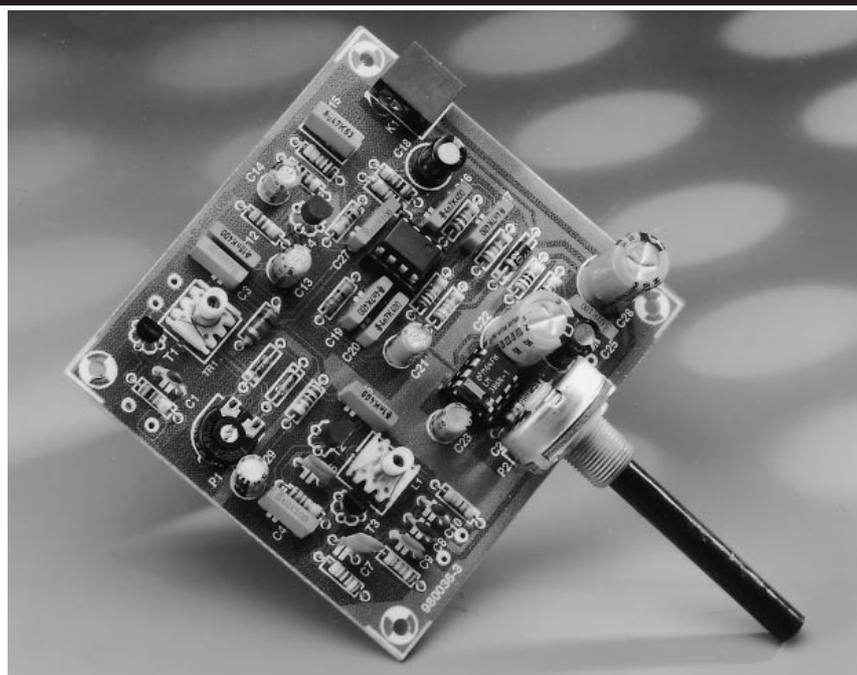




# 20-m-SSB/CW-Empfänger

## Preiswerter Direct-Conversion-Receiver

Der hier beschriebene Empfänger ist für das bei 14 MHz angesiedelte 20-m-Band ausgelegt und mit Standard-Bauteilen aufgebaut. Das ganze Konzept ist darauf abgestellt, möglichst mit dem auszukommen, was der HF-Interessierte in seiner Bastelkiste findet. Dazu gehört auch, daß man bei der Bauteilerauswahl etwas variieren kann. Dank der Direktkonversion hält sich auch der Bauteilenaufwand insgesamt in Grenzen, schließlich erspart man sich das ganze ZF-Teil nebst Demodulator.



Das 20-m-Amateurfunkband (14 MHz bis 14,350 MHz in der IARU-Region 1) ist für Tages-Fernverbindungen (DX) sehr geeignet. In Zeiten erhöhter Sonnenfleckenaktivität ist das Band rund um die Uhr "offen" und voller Betrieb. Bei mittlerer bis niedriger Sonnenflecken-Aktivität ist das Band immer noch gut für mittlere Entfernungen tagsüber und in der Dämmerung morgens und abends.

Da die sogenannte MUF (maximum usable frequency) in den Wintermonaten nur in der Mittagszeit 14 MHz übersteigt, hat man eine relativ große Skip-Zone ("tote Zone") in Kauf zu nehmen. Leider können wir an dieser Stelle nicht weiter auf Theorie und Praxis der Ausbreitungsbedingungen eingehen - aber dafür gibt es auch viele geeignete(re) Bücher.

### SCHALTUNGS-BESCHREIBUNG

Die in Bild 1 dargestellte Schaltung sieht auf den ersten Blick vielleicht etwas kompliziert aus. Etwas Übersicht bringt die Betrachtung in vier Teil-

schaltungen. Der HF-Teil betrifft den Empfang des Signals. Er besteht aus zwei Teilschaltungen: **HF-Verstärker und Filter** (T1-L3-C2), und einem **VFO** (variable frequency oscillator, T3-L1-C11). Das **Bandpaß-Filter** mit IC1 dient der "Reinigung" des empfangenen Signals und verbessert vor allem die hörbare Qualität. Die vierte Teilschaltung betrifft die NF-Seite mit einem ganz bekannten IC, nämlich dem LM386 als **Audioverstärker** für die Wiedergabe über einen Lautsprecher.

Die Spulen L1 und L3 sind selbst gewickelt und die beiden Abstimmkondensatoren können aus größeren Drehkos abgeleitet werden - doch davon später mehr.

Das Signal von der Antenne gelangt auf die Source eines FET-bestückten Verstärkers, T1, der mit geerdetem Sourceanschluß arbeitet (vergleichbar einem Transistor in Basisschaltung), um eine Antennenanpassung mit niedriger Impedanz zu ermöglichen. Das verstärkte Signal wird mit L3 und C2 abgestimmt (selektiert) und einem symmetrischen Diodenmischer zugeführt, der

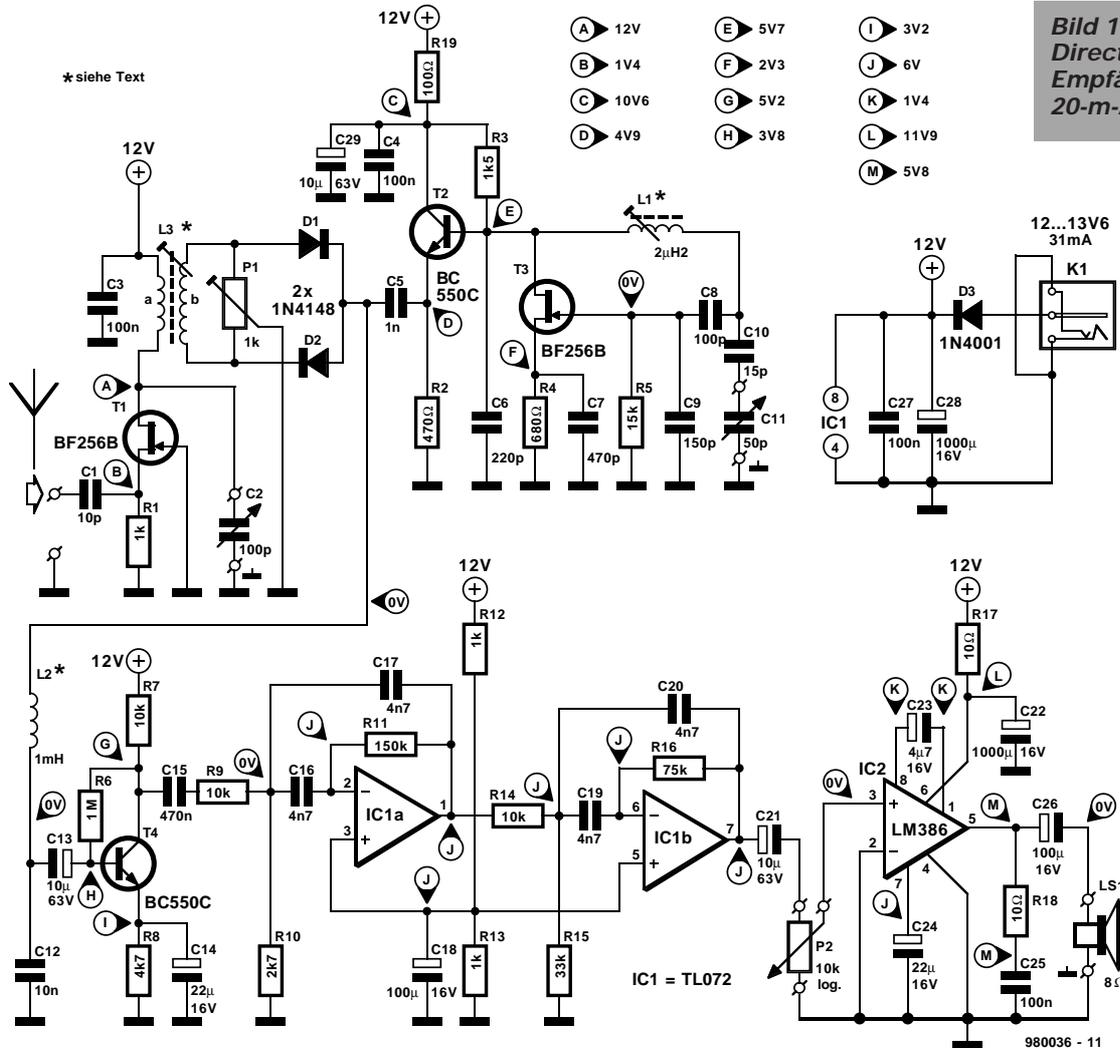


Bild 1. Schaltbild des Direct-conversion-Empfängers für das 20-m-Amateurband.

auf der anderen Seite das Oszillator-signal (abgestimmt mit L1 und C11) erhält.

Der Oszillator wird fast auf die gleiche Frequenz abgestimmt wie das empfangene Signal, so daß die Differenz nach geeigneter Filterung das NF-Signal darstellt. Der Ausgang des FET-Oszillators wird mit einem BC550C als Emitterfolger gepuffert und dann dem Diodenmischer zur Mischung mit dem Eingangssignal zugeführt.

Das Ausgangssignal des Mixers mit den Dioden D1 und D2 wird zuerst über die HF-Drossel L2 geführt, um die HF-Komponenten am Mischerausgang zu unterdrücken, so daß primär nur das NF-Signal weiter zum Bandpaßfilter gelangt.

Über L3b liegt das Trimpoti P1, das man auch als normales Poti auf der Frontplatte montieren kann, um das Durchbrechen von starken Rundfunk-sendern zu vermeiden. Ohne diese Einstellmöglichkeit wäre die Verwendbarkeit des Empfängers ziemlich eingeschränkt. Der Empfänger ist für den Empfang von Einseitenband-Signalen (SSB-) und von getasteten Trägern (Morse-Kode) gedacht, auch wenn man damit im Prinzip auch Amateur-Fax- und SSTV (Slow-Scan-TV) im 20-m-Band empfangen kann.

Das mit den Opamps IC1a und IC1b aufgebaute Bandpaßfilter (4pol-Butterworth) weist eine Mittenfrequenz von etwa 2 kHz bei einer von Bandbreite von 900 Hz auf. Damit wird der NF-Übertragungsbereich oben und unten kräftig beschnitten, damit ein Sprach-signal von allen unerwünschten Begleitgeräuschen weitgehend befreit wird, ohne daß die Sprachverständlichkeit allzusehr darunter leidet. Das Tiefpaßfilter hält auch noch immer vorhandene HF-Reste von NF-Verstärker fern. Das Filter sorgt auch für die bei dieser Art Empfänger benötigte Verstärkung. Passive Filter mit Spulen und Kondensatoren, wie sie früher verwendet wurden, sind nicht nur schwieriger zu realisieren, sondern auch mit recht großer Signaldämpfung behaftet.

Der restliche Weg des gefilterten Ausgangssignal ist schnell beschrieben: Über das Lautstärkepoti P2 zum Eingang Pin 3 des LM386. Das RC-Glied R17/C22 entkoppelt die Betriebsspannung der kleinen IC-Endstufe.

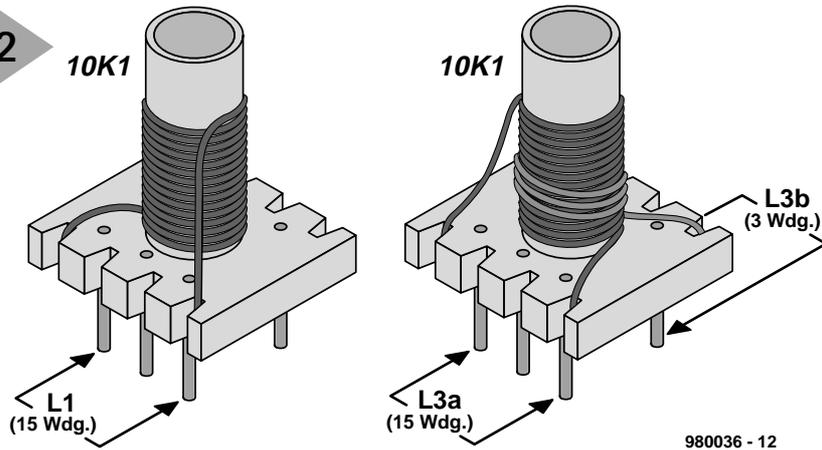
### SCHNELL GEBAUT

Der 100-pF-Abstimmkondensator ist als Neuteil relativ selten und teuer, so daß man am besten erst einmal den eigenen Bestand durchforstet und,

wenn sich nichts Passendes findet, im Bekanntenkreis nachforscht oder den nächsten Funker-Flohmarkt abwartet. Alternativ kann man auch einen Drehko größerer Kapazität aus einem guten alten Dampfradio verwenden. Meist ist es möglich, ein paar Platten vom Rotor mit einer kleinen Flachzange zu entfernen (meist gesteckt, selten gelötet oder geschweißt), um die Kapazität zu verringern. Durch Reihenschaltung mit einem festen (kleineren) Kondensator läßt sich die Kapazität auch elektrisch verringern. Da es sich bei den Dampfradiodrehkos normalerweise um Doppeldrehkos handelt, verwendet man nur eine Hälfte des Drehkos (ein Paket), man kann auch beide in Reihe schalten und so die Kapazität halbieren.

Mit einem Kapazitätsmeßgerät kann man die Kapazität leicht ausmessen und entsprechend nachbessern, wenn die Modifikation noch nicht ausreicht. Es müssen auch nicht unbedingt genau 100 pF Endwert (bei eingedrehtem Drehko) sein, da man den Abstimmbereich auch mit dem Kern der Spule L3 noch abgleichen kann. Das gleiche wie für C2 gilt auch für den Drehko C11 im VFO. Für C2 kann man eventuell auch einen Trimpkondensator verwenden, wenn

2



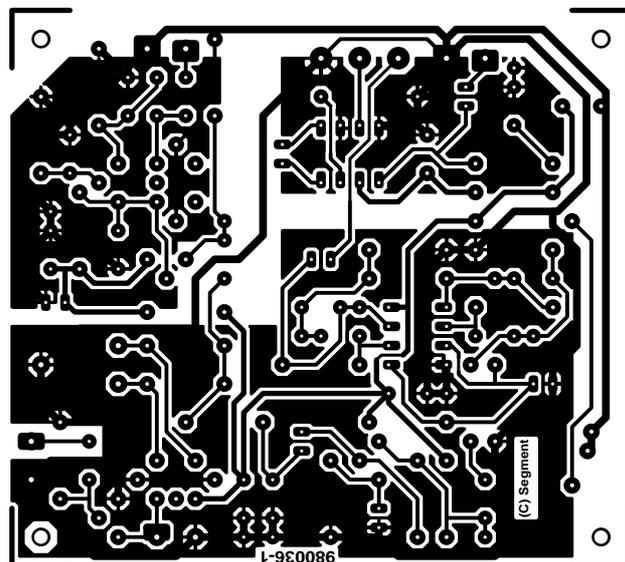
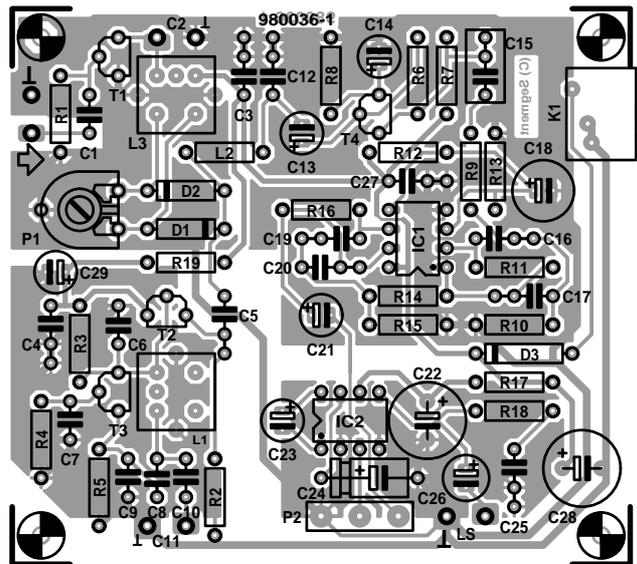
980036 - 12

er über eine Achse oder Spindel verfügt, auf der man einen Abstimm-drehknopf befestigen kann. Bei C11 sollte es hingegen möglich sein, einen Drehknopf mit Feintrieb einzusetzen, damit man den Oszillator ausreichend feinfühlig abstimmen kann (bei SSB-Empfang

**Bild 2. So sehen die beiden Spulen des Empfängers aus, die ganz einfach zu wickeln sind.**

fast unerlässlich). Die Drehkondensatoren sollten mit möglichst kurzen Anschlüssen mit der Platine verbunden werden (wie alle Bauteile im HF-Teil der Schaltung). Die Spulen L1 und L3 sind aus Kupferlackdraht mit einem Durchmesser von 0,2 oder 0,25 mm zu wickeln, als

3



Spulenkörper kommen die Neosid-Typen 10K1, 10F1 oder 10T1 in Frage. Die Spule für den Eingangskreis (L3) weist primärseitig 15 Windungen (L3a) und sekundär 3 Windungen (L3b) auf.

#### Stückliste

Widerstände:

R1,R12,R13 = 1 k

R2 = 470  $\Omega$

R3 = 1k5

R4 = 680  $\Omega$

R5 = 15 k

R6 = 1 M

R7,R9,R14 = 10 k

R8 = 4k7

R10 = 2k7

R11 = 150 k

R15 = 33 k

R16 = 75 k

R17,R18 = 10  $\Omega$

R19 = 1 k Trimpoti

P2 = 10 k log. Potentiometer

Kondensatoren:

C1 = 10 p

C2 = 100 p Drehkondensator oder Trimmer, siehe Text

C3,C4,C25,C27 = 100 n

C5 = 1 n

C6 = 220 p

C7 = 470 p

C8 = 100 p

C9 = 150 p

C10 = 15 p

C11 = 50 p Drehko oder Trimmer, siehe Text

C12 = 10 n

C13,C21,C29 = 10  $\mu$ /63 V stehend

C14 = 22  $\mu$ /16 V stehend

C15 = 470 n

C16,C17,C19,C20 = 4n7

C18,C26 = 100  $\mu$ /16 V stehend

C22,C28 = 1000  $\mu$ /16 V stehend

C23 = 4  $\mu$ /16 V stehend

C24 = 22  $\mu$ /16V

Spulen:

L1 = 15 Wdg. CuL 0,2 mm Durchmesser auf Spulenbausatz Neosid 10K1 (violetter Kern). Alternativ: 10T1 (gelber Kern), 10F1 (blauer Kern).

L2 = 1 mH Drossel (siehe Text)

L3 = primär 15 Wdg., sekundär 3 Wdg., CuL 0.2 mm Durchmesser auf Spulenbausatz Neosid 10K1. Alternativ: 10F1 und 10T1.

Halbleiter:

D1,D2 = 1N4148

D3 = 1N4001

T1,T3 = BF256B

T2,T4 = BC550C

IC1 = TL072CP

IC2 = LM386N-1

Außerdem:

K1 = Netzteilbuchse für Platinenmontage

Platine 980036-1, siehe Serviceseiten in der Heftmitte

Lautsprecher, 8  $\Omega$ , 1 W

**Bild 3. Das einseitige Platinenlayout und der Bestückungsplan.**

Beide werden Windung an Windung gewickelt und entsprechend **Bild 2** an die Sockelpins gelötet. L3a kann man mit einem Tropfen Wachs oder Kleber fixieren. L3b wird in gleichem Wicklungssinn wie L3a in der Mitte von L3a aufgewickelt. Auch diese Wicklung sichern und die Enden absolieren, um sie an die Sockelpins zu löten. Am Schluß Wicklungen auf Durchgang (Ohmmeter) prüfen und kontrollieren, daß der Abschirmbecher kurzschlußfrei aufgesetzt werden kann (darf die Sockelpins nicht berühren). Die HF-Drossel L2 kann man in Kompaktform fertig kaufen. Besser sind wegen der höheren Güte "richtige" (größere) HF-Drosseln, wie man sie bei manchen Katalogbiestern und natürlich auch in Ausschlachtradios findet. Die Platine des Empfängers ist wie bei HF üblich mit großen Kupfer-Masseflächen versehen, um alle Bauteilanschlüsse so kurz wie möglich zu halten und um Kopplungen und Abstrahlung zu minimieren.

Für den Aufbau ist neben sauberer, kurzer Verdrahtung auch mechanische Stabilität sehr wichtig. Das gilt auch für die Frontplatte, damit die Abstimmung einen festen Halt findet.

## EMPFANGSPRAXIS

Die Drehkos setzt man zuerst in die Mitte, ebenso die Kerne der Spulen, für deren Abgleich ein nichtmetallisches Abgleichbesteck (Kunststoff, Keramik) verwenden sollte. Ebenso stellt man die Lautstärke etwa in die Mitte und schließt das Wichtigste an: Die Antenne und eine gute Erdung. Steht ein Signalgenerator zur Verfügung, stimmt man ihn auf 14,2 MHz ab (die Mitte des 20-m-Bands).

Der Generator wird direkt an die Antennenbuchse des Empfängers angeschlossen und der Pegel so eingestellt, daß man das Signal leise hören kann. Wenn nichts zu hören ist, stimmt man erst mit dem Haupt-Drehko C11 ab, um das Signal einzufangen. Kommt noch immer nichts, liegt der Empfänger vielleicht zu weit daneben. Das merkt man, indem man den Generator, ausgehend von 14,2 MHz, nach oben und unten so weit durchstimmt, bis man ihn im Empfänger hört - dann weiß man, auf welcher Frequenz die Abstimmung des Empfängers steht und kann die VFO-Spule nachstimmen. Reicht der Abgleich mit dem Kern nicht aus, um in Drehko-Mittelstellung auf 14,2 MHz zu kommen, muß man eventuell die Windungszahl der Spule anpassen (Frequenz zu hoch - mehr Windungen - und umgekehrt). Für den weiteren Abgleich sollte der Signalgenerator moduliert werden. Man verringert nun den Pegel des Generators, bis er kaum noch zu hören ist, und gleicht L3 auf die größte Empfangslautstärke ab. Damit hat der Sig-

nalgenerator seine Pflicht getan, wir können nach richtigen Sendern fahnden. Dabei sollte man alle potentiellen Störquellen im Haus (Schaltnetzteile, Computer, Fernseher, Dimmer) erst mal stilllegen, um gute Empfangsbedingungen zu schaffen. Wenn alles normal abläuft, wird man jetzt einen Sender im 20-m-Band finden und die beiden Drehkos und das Lautstärkepoti so einstellen, daß er am besten zu hören ist. Wenn man einen AM-(Rundfunk-)Sender durchhört, stellt man den Trimmer P1 (bei den Dioden) auf maximale Unterdrückung des Störers ein. Wenn ein Signalgenerator für den Abgleich nicht zur Verfügung steht, kann man auch einen etwas besseren Kurzwellenempfänger (kann auch ein Reiseempfänger mit entsprechendem Kurzwellenbereich und digitaler Frequenzanzeige sein) als Abgleichhilfe verwenden. Man kann diesen Empfänger auf das Signal des Oszillators im Selbstbauempfänger abstimmen und so die Frequenz "messen", um sie auf 14,2 MHz abzugleichen. Sobald mit dem Selbstbauempfänger eine Station empfangen wird, kann man den Vergleichsempfänger auf den gleichen Sender abstimmen, und schon ist die Frequenz ebenfalls bekannt.

Sind die beiden Kreise erst mal abgeglichen, ist die Bedienung unseres 20-m-Receivers recht einfach. Abgestimmt wird primär mit dem Drehko im Oszillatorkreis, also mit C11. Ist der Empfänger damit auf den Sender abgestimmt, wird die Signalstärke mit C2 im Eingangskreis auf Maximum abgeglichen. Bei einer starken Station kann man auch vom Gegenteil Gebrauch machen und mit C2 den Kreis absichtlich verstimmen, um die Signalstärke zu reduzieren. C2 kann somit bei Bedarf auch als Abschwächer verwendet werden, um Übersteuerungseffekte im Mischer zu vermeiden.

Wenn man den geringen Aufwand und die doch sehr einfache Schaltung berücksichtigt, kann man sich über die Empfangsleistung des kleinen "Selbstbau-Radios" manchmal nur wundern. Das ändert aber nichts an der Tatsache, daß der KW-Fernempfang sehr stark von Faktoren wie Tages- und Jahreszeit, Sonnenaktivitäten und Wetterfaktoren abhängt. Wer sich dafür interessiert, findet in Amateurfunkverlagen geeignete Literatur. Als Antenne ist die Langdrahtantenne zwar am einfachsten, aber nicht der Weisheit letzter Schluß. Allemal besser (aber aufwendiger) sind gerichtete Antennen, und für kompakte Abmessungen kann man auch Aktivantennen empfehlen. Elektor wird im Laufe des Jahres noch ein interessantes aktives Antennenkonzept vorstellen.

Der Autor wünscht: 73's and good DX!

(980036)