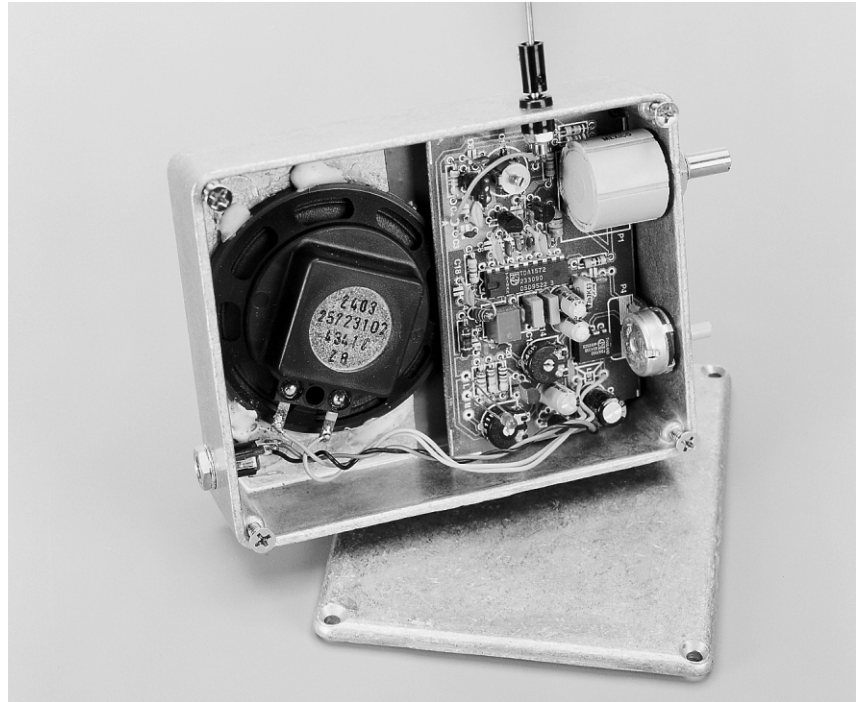


*Klein, aber empfindlich!*

# Mini-Kurzwellenempfänger

Dieser Zwerg unter den KW-Empfängern ist ein Bauprojekt, über das auch der erfahrene Hobbyist ein wenig staunen wird. Äußerlich klein und unscheinbar, überrascht der Empfänger durch unerwartet hohe Empfindlichkeit und Selektivität. Eine einfache Wurfantenne genügt, um auf spannende Kurzwellenjagd zu gehen.



## Eigenschaften

- ◆ Empfangsbereich: ca. 5,5...12,5 MHz  
(25-, 31-, 41- und 49-m- Band)
- ◆ Empfindlichkeit: ca. 1  $\mu$ V  
bei 6 dB Signal-Rausch-Verhältnis
- ◆ Verstärkungsregelung (AGC): 86 dB
- ◆ Zwischenfrequenz: 455 kHz
- ◆ Audio-Ausgangsleistung: 1 W an 8  $\Omega$
- ◆ Stromaufnahme: ca. 50 mA ohne Empfangssignal
- ◆ Betriebsspannung: 12...15 V

Die traditionelle Empfängertechnik hat auch in den Zeiten des Satellitenempfangs nichts von ihrer Faszination eingebüßt. Den Beweis tritt an dieser Stelle unser Mini-KW-Empfänger an: Eine Platine von nicht einmal halber Postkartengröße, eine Handvoll elektronischer Bauelemente, ein halber

Meter Draht am Eingang und ein Mini-Lautsprecher am Ausgang, - und schon dringen Stimmen und Klänge aus aller Welt in das heimische Wohnzimmer.

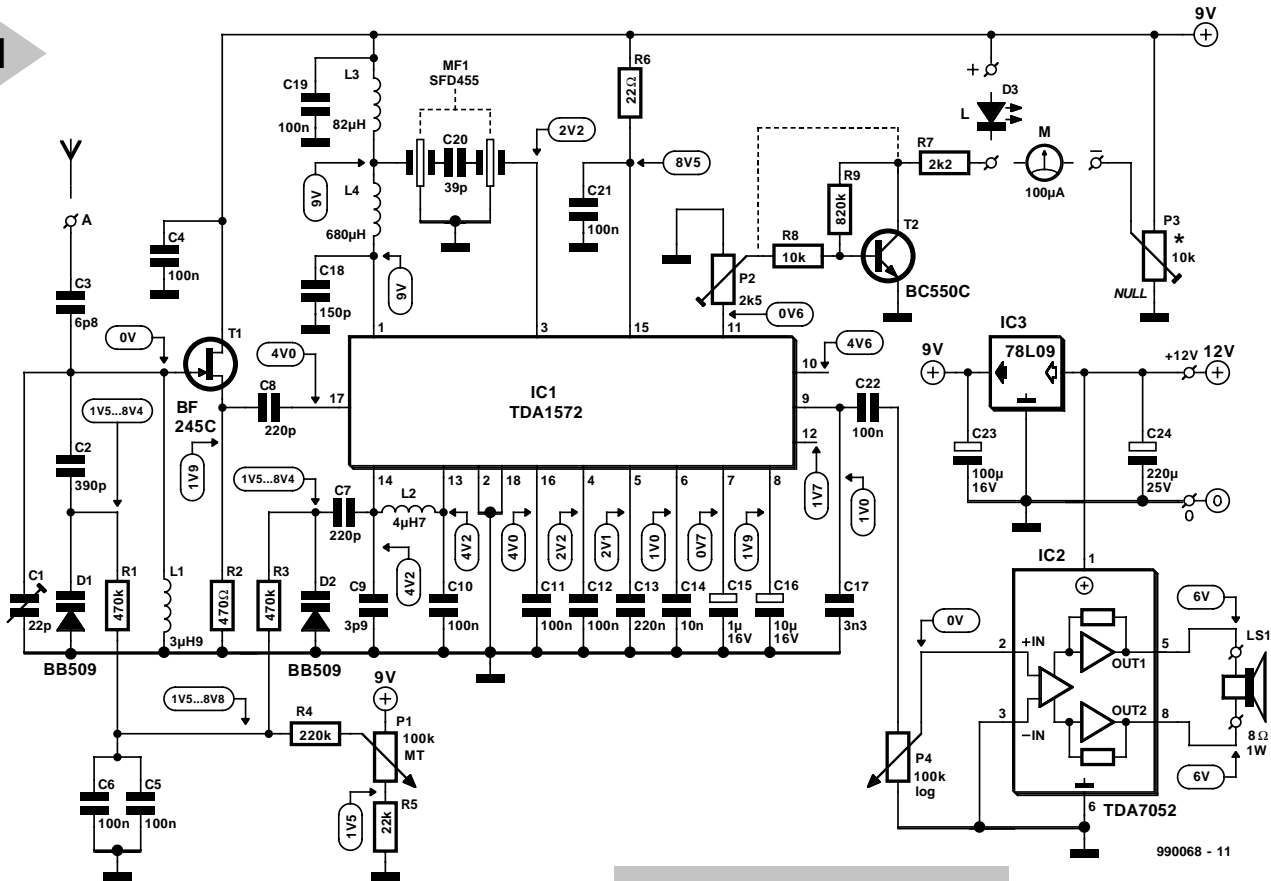
## VIER BÄNDER AUF EINMAL

Der Empfänger wurde für den Empfang der vier wichtigsten Kurzwellenbänder (25 m, 31 m, 41 m und 49 m) konzipiert. Diese Bereiche werden zusammenhängend empfangen, so daß keine Bandumschaltung notwendig ist. Abgestimmt wird der Empfänger mit Hilfe von Kapazitätsdioden

(Varicaps) über ein Potentiometer. Da eine 10-Gang-Ausführung Verwendung findet, ist trotz des verhältnismäßig weiten Frequenzbereiches eine komfortable und zuverlässige Sendereinstellung gesichert. Als Abstimmhilfe kann wahlweise eine LED oder ein mechanisches Drehspulinstrument dienen.

Die Schaltung wurde für den Empfang amplitudenmodulierter Signale (AM) entworfen, denn praktisch alle Kurzwellen-Rundfunksender machen von dieser Modulationsart Gebrauch. Die ZF-Bandbreite wurde auf 6 kHz festgelegt, was für den Empfang von AM-Audiosignalen im Kurzwellenbereich völlig ausreicht.

Damit sind schon fast alle wichtigen Merkmale unseres Mini-KW-Empfängers aufgezählt. Hinzugefügt werden kann eigentlich nur noch, daß die Bauteilebeschaffung ein durchschnittliches (jugendliches) Taschengeld nicht überstrapaziert und der Bau ausgesprochen unkompliziert ist. Alle wichtigen Schaltungsfunktionen sind nämlich bereits gebrauchsfertig in Silizium gegossen.



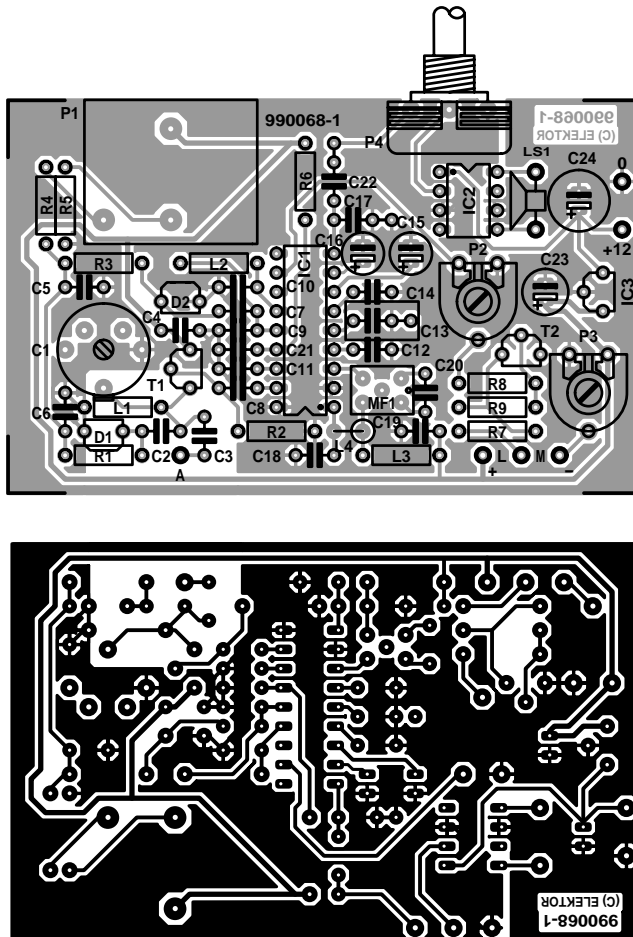
**Bild 1. Im TDA 1572 ist eine AM-Empfängerschaltung integriert, die nur noch durch einen Endverstärker vervollständigt werden muß.**

**ZWEI ICs GEMEINSAM**

Im wesentlichen besteht der Mini-KW-Empfänger aus nur zwei integrierten Schaltungen, von denen die eine (IC2 in Bild 1) nur ein ganz gewöhnlicher NF-Verstärker mit einer Ausgangsleistung von 1 W ist. Im zweiten IC (IC1 in Bild 1), einem TDA 1572, steckt dagegen ein kompletter AM-Empfänger mit fast allem, was dazugehört. Unter anderem sind im TDA 1572 eine HF-Vorstufe, ein Mischer, ein Oszillator, ein ZF-Verstärker, eine Verstärkungsregelung (AGC) und ein AM-Modulator integriert. Auf eine genauere Betrachtung des Innenlebens soll an dieser Stelle verzichtet werden. Näheres geht jedoch aus einem Datenblatt hervor, das an anderer Stelle in dieser Elektor-Ausgabe abgedruckt ist. Hier beschränken wir uns auf die Feststellung, daß sich im IC ein Doppelbalance-Mischer befindet und sowohl die HF-Vorstufe als auch der Demodulator für einen weiten dynamischen Bereich bei niedrigen Verzerrungen ausgelegt sind. Der temperaturkompensierte, spannungsgesteuerte Oszillator kommt mit nur einer einzigen externen Induktivität aus; der Oszillator wurde vom IC-Hersteller für den Einsatz von Varicap-Dioden als Abstimmelement optimiert. Eine ungewöhnliche Beigabe ist ein spezieller IC-Ausgang, an den eine LED oder ein Mikroamperemeter als Empfangssignal-Indikator angeschlossen werden kann.

Ein Blick auf die Schaltung in Bild 1 macht sofort deutlich, daß der TDA 1572 das Kernstück des Empfängers ist. Um den Aufwand so niedrig wie möglich zu halten, arbeitet die Schaltung als Einfach-Überlagerungsempfänger (Superheterodyn-Empfänger) mit einer Zwischenfrequenz (ZF) von 455 kHz. Eigentlich sollte die ZF eines Kurzwellenempfängers etwas höher liegen, denn bei höherer ZF werden Spiegelfrequenz-Signale stärker unterdrückt. Der Nachteil der geringeren Spiegelunterdrückung wird jedoch durch die unkomplizierte Schaltungstechnik sowie die leichte Beschaffbarkeit und den niedrigen Preis des verwendeten 455-kHz-Filters mehr als aufgewogen. Der Empfänger arbeitet mit zwei abstimmbaren Kreisen: dem Eingangskreis, der aus L1, C2, D1 und C1 besteht, und dem Oszillatorkreis, zu dem L2, D2, C7 und C9 gehören. Die beiden Kreise werden mit Hilfe der Varicap-Dioden D1 und D2 im Gleichlauf durchgestimmt, wobei die Frequenz des Oszillatorkreises stets um 455 kHz höher als die Frequenz des Eingangskreises liegt. Die Abstimmung wird mit 10-Gang-Poti P1 eingestellt, sie wird von der durch IC3 stabilisierten 9-V-Spannung abgegriffen. Die Spulen L1 und L2 braucht man natürlich nicht selbst zu wickeln; es werden einfach handelsübliche Minia-

tur-Festinduktivitäten verwendet. Die (Wurf-)Antenne liegt über Koppelkondensator C3 am "heißen Ende" des Eingangskreises. Obwohl der Eingangskreis laut Datenblatt auch direkt am Eingang des TDA 1572 (Pin 17) liegen darf, wurde hiervon absichtlich kein Gebrauch gemacht. Der IC-Eingang ist nämlich relativ niederohmig, so daß der Eingangskreis unnötig gedämpft würde. Um das zu verhindern, wurde der als Sourcefolger arbeitende FET T1 eingefügt. Dank seiner hohen Eingangsimpedanz ist die Last am Eingangskreis vernachlässigbar klein, und gleichzeitig wird die (hochohmige) Wurfantenne optimal angepaßt. Ferner kommt diese schaltungstechnische Maßnahme auch der Empfindlichkeit und Selektivität des Empfängers zugute. Das keramische ZF-Filter MF1 ist eine symmetrische Ausführung, bei der die beiden Resonatoren durch einen externen Kondensator (C20) gekoppelt sind. Die Induktivitäten L3 und L4 passen die Filterimpedanz an die Impedanz des IC-internen Mischers an. Auch hier können handelsübliche Festinduktivitäten verwendet werden. An Pin 8 des TDA 1572 ist das demodulierte und bereits vorverstärkte NF-Signal verfügbar; es gelangt über Lautstärke-Poti P4 zum Eingang von Endverstärker IC2. Auffallend beim hier verwendeten TDA 7052 ist die Tatsa-



**Bild 2. Die Schaltung findet auf einer Platine Platz, die kleiner als eine halbe Postkarte ist.**

che, daß dieses IC völlig ohne externe Komponenten arbeitet. Wegen des symmetrischen Aufbaus als Brückenverstärker ist sogar der sonst obligatorische Elko am Ausgang entbehrlich.

## ABSTIMMANZEIGE UND STROMVERSORUNG

Wie schon erwähnt, stehen für die Abstimmanzeige zwei Möglichkeiten zur Wahl. Ein 100- $\mu$ A-Drehspulinstrument kann über Vorwiderstand R7 unmittelbar mit den Schleifern der Trimpotis P2 und P3 verbunden werden. In diesem Fall werden R8 und R9 durch eine Drahtbrücke ersetzt, und T2 entfällt. Der Instrumenten-Vollausschlag wird mit P2 eingestellt, während P3 zur Festlegung des Nullpunktes dient. Falls aus Platz- oder anderen Gründen kein Drehspulinstrument verwendet werden soll, erfüllt eine "Low Current"-LED fast den gleichen Zweck. Dann müssen T2, R8 und R9 vorhanden sein, und P3 kann entfallen. Die LED wird zwischen R7 und +9 V angeschlossen. Spannungsregler IC3 stellt die stabilisierte Betriebsspannung für das Empfänger-IC (IC1) und die Varicap-Frequenzeinstellung bereit. Endverstärker IC2 liegt direkt an der unstabilierten Betriebsspannung; sie soll im Bereich

12...15 V liegen. Als Energiequelle sind zwar Batterien verwendbar, doch da zehn 1,5-V-Zellen

ziemlich viel Platz beanspruchen und der Strombedarf schon im Ruhezustand ca. 50 mA beträgt, ist ein handelsübliches Steckernetzteil sicher die bessere Lösung.

## BAU UND EINSTELLUNGEN

Auch dem wenig erfahrenen Anfänger wird es gelingen, die Empfängerschaltung auf der zugehörigen Platine (Bild 2) innerhalb von ein bis zwei Stunden erfolgreich aufzubauen. Das setzt natürlich voraus, daß die ICs seitenrichtig montiert werden und die Polarität von Elkos und Dioden konsequent beachtet wird. Wichtig ist ferner, daß die Induktivitäten L1...L4 auf keinen Fall vertauscht werden dürfen. Um sicherzugehen, sollte man ihre Farbcodes unmittelbar vor dem Lötten noch einmal mit den vorgeschriebenen Werten vergleichen. Eine Verwechslung hätte nämlich unweigerlich eine herabgesetzte Empfangsleistung zur Folge! Abstimmpoti P1 kann ebenso wie Lautstärkepoti P4 direkt auf die Platine montiert werden. Die Abstim-LED wird, sofern verwendet, mit ihrem kurzem Anschlußdraht (Kathode) an den mit "L" gekennzeichneten Punkt

### Stückliste:

#### Widerstände:

R1,R3 = 470 k  
R2 = 470  $\Omega$   
R4 = 220 k  
R5 = 22 k  
R6 = 22  $\Omega$   
R7 = 2k2  
R8 = 10 k  
R9 = 820 k  
P1 = 100 k 10-Gang-Potentiometer  
P2 = 2k5 Trimpotentiometer  
P3 = 10 k Trimpotentiometer  
P4 = 100 k log. Potentiometer

#### Kondensatoren:

C1 = 22 p oder 40 p  
Trimmkondensator  
C2 = 390 p  
C3 = 6p8  
C4,C5,C6,C10,C11,C12,C19,C21,C22 = 100 n  
C7,C8 = 220 p  
C9 = 3p9  
C13 = 220 n  
C14 = 10 n  
C15 = 1  $\mu$ /16 V stehend  
C16 = 10  $\mu$ /16 V stehend  
C17 = 3n3  
C18 = 150 p  
C20 = 39 p  
C23 = 100  $\mu$ /10 V stehend  
C24 = 220  $\mu$ /25 V stehend

#### Induktivitäten:

L1 = 3 $\mu$ H9  
L2 = 4 $\mu$ H7  
L3 = 82  $\mu$ H  
L4 = 680  $\mu$ H

#### Halbleiter:

D1,D2 = BB509  
T1 = BF245C oder BF256C  
T2 = BC550C oder BC549C  
IC1 = TDA1572 (DIL18)  
IC2 = TDA7052 (DIL8)  
IC3 = 78L09

#### Außerdem:

MF1 = SFD455  
M = Drehspulinstrument 50...200  $\mu$ A  
L = High-efficiency-LED  
LS1 = 8  $\Omega$ /1 W (z.B. Philips AD2071Y8)  
Gehäuse, z.B. Hammond Typ 1590B  
Platine 990068-1 (siehe Serviceanzeige in der Heftmitte)

gelegt, der andere LED-Anschluß wird mit "+" verbunden. Das alternative Drehspulinstrument muß an die mit "M" bezeichneten Punkte angeschlossen werden, wobei der Minusanschluß natürlich an "-" liegen muß. Welche Schaltungsmodifikationen in beiden Fällen nötig sind, wurde bereits im vorangegangenen Abschnitt erklärt. Nachdem die Platine fertig bestückt ist und noch einmal sorgfältig kontrolliert wurde, wird für den ersten Test ein Stück Draht (ca. ein halber Meter) an Punkt "A" angeschlossen, und ein passender Lautsprecher wird an die Punkte "LS1" gelegt. Danach ist es an der Zeit, die Punkte "0" (Minus) und "+12 V" mit der Betriebsspannung zu

**Bild 3. Die Platine schafft die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Empfängerbau.**

verbinden.

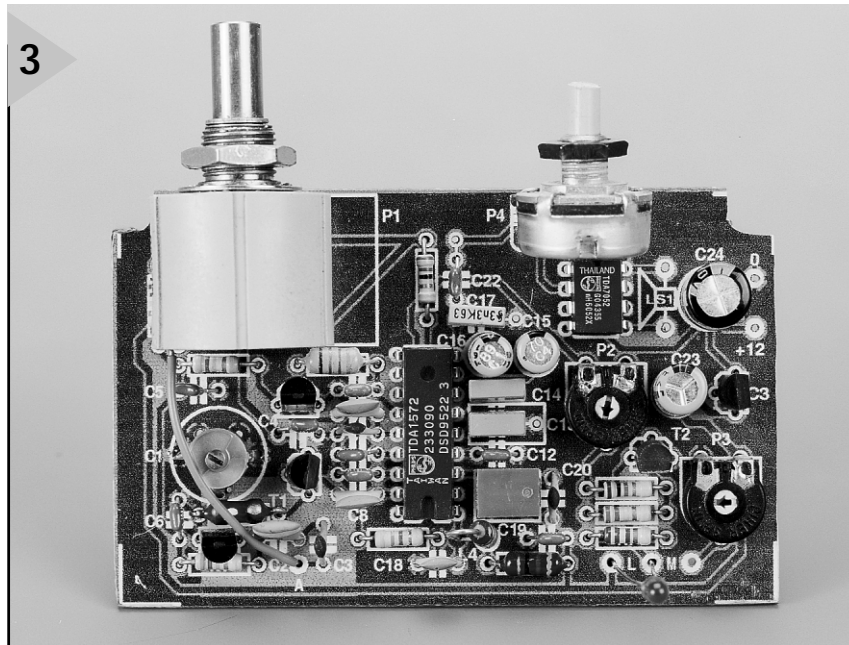
Als erstes muß mindestens ein leises Rauschen zu hören sein, das beim Drehen von P1 durch Pfeiftöne oder sogar leise Sprach- oder Musiksignale überlagert wird. Falls der Empfänger wider Erwarten schweigt, ist eine weitere genaue Sichtkontrolle mit anschließender Fehlersuche angesagt. Dazu werden die Spannungen wie in Bild 1 angegeben mit einem Digitalmultimeter gemessen und mit den dort eingetragenen Werten verglichen. Die Spannungswerte gelten übrigens für den Betrieb ohne Antenne und Empfangssignal!

Wenn die Schaltung wie beschrieben arbeitet, ist der nächste Schritt die Suche nach einem passenden Gehäuse. Der Musteraufbau wurde in einem Metallgehäuse des Herstellers Hammond untergebracht, es gibt aber sicher viele andere Gehäusetypen, die in gleicher Weise geeignet sind. Auch Kunststoffgehäuse sind erlaubt, sofern man die etwas höhere Handempfindlichkeit und die geringere Einstrahlfestigkeit in Kauf nehmen will.

Der Schaltungsabgleich gestaltet sich sehr einfach, die einzige vorzunehmende Einstellung betrifft Trimmer C1. Um die richtige Einstellung zu finden, wird Abstimpfpoti P1 ungefähr in die Bereichsmitte gedreht, und Lautstärkepoti P4 wird auf mittlere Lautstärke gestellt. Danach muß C1 ohne Antenne am Eingang auf maximales Rauschen eingestellt werden. Die Antenne wird angeschlossen (ein halber Meter reicht wirklich aus, mehr ist eher nachteilig!), und Abstimpfpoti P1 wird *entgegen dem Uhrzeigersinn* in Richtung niedriger Empfangsfrequenzen gedreht. Das setzt man so lange fort, bis ein Sender mit mindestens mittlerer Empfangsqualität zu hören ist. Dieser Sender wird mit C1 auf maximale Lautstärke eingestellt.

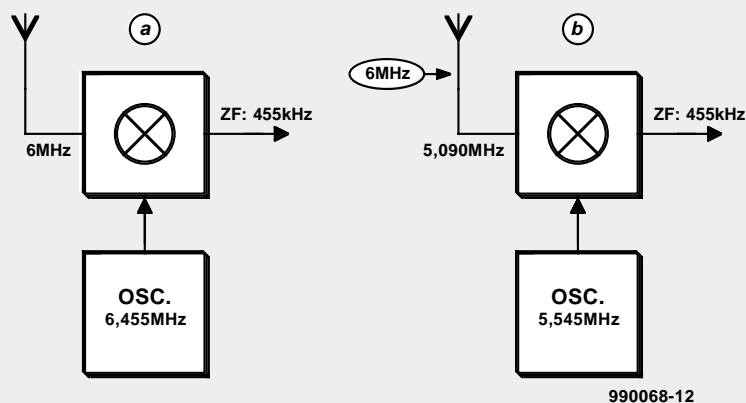
Zum Schluß kann man noch P2 und P3 so einstellen, daß die Abstimmanzeige wunschgemäß arbeitet. Fiel die Entscheidung zu Gunsten einer LED aus, wird P2 am besten so eingestellt, daß die LED bei sehr schwachen Empfangssignalen gerade noch sichtbar leuchtet. Bei Verwendung eines Drehspulinstrumentes muß zuerst mit P3 der Nullpunkt eingestellt werden, wobei natürlich kein Signal empfangen werden darf. Danach wird mit P2 der maximale Ausschlag beim stärksten empfangbaren Signal eingestellt. Die letzten beiden Schritte müssen gegebenenfalls einige Male wiederholt werden.

(990068)gd



## Spiegelfrequenzen

Spiegelfrequenz-Signale sind eine Erscheinung, die ausschließlich bei Überlagerungsempfängern (Superheterodyn-Empfängern) auftritt. Ihre Existenz hängt unmittelbar mit dem Empfängerprinzip zusammen, dessen wichtigstes Merkmal das Mischen des Empfangssignals (des Nutzsignals) mit einem im Empfänger erzeugten Oszillatorsignal ist. Die Frequenz des "gespiegelten" Empfangssignals ergibt sich, wenn man zur Frequenz des Nutzsignals die zweifache Zwischenfrequenz (ZF) des Empfängers addiert. Ein Empfangssignal mit dieser Frequenz hat beim Mischen mit dem Oszillatorsignal ein Produkt zur Folge, dessen Frequenz mit dem Mischprodukt des Nutzsignals übereinstimmt. Ein Beispiel soll diesen etwas abstrakten Sachverhalt verdeutlichen. In Bild (a) ist der Empfänger auf eine Empfangsfrequenz von 6,000 MHz eingestellt. Da die Zwischenfre-



quenz 455 kHz beträgt, muß der Oszillator ein Signal mit der Frequenz 6,455 MHz liefern, denn 6,455 MHz minus 6,000 MHz ergibt die Zwischenfrequenz 455 kHz. Bild (b) zeigt den gleichen Empfänger, nun jedoch eingestellt auf die niedrigere Empfangsfrequenz 5,090 MHz. Auch hier liegt die Oszillatorfrequenz 455 kHz höher, sie beträgt nun 5,545 MHz. Diese Überlegung ist zwar richtig, aber noch nicht vollständig. Obwohl die Empfangsfrequenz auf 5,090 MHz eingestellt ist, wird in dieser Situation auch die Spiegelfrequenz 6,000 MHz empfangen. Die Spiegelfrequenz 6,000 MHz minus der Oszillatorfrequenz 5,545 MHz ergibt nämlich ebenfalls die Zwischenfrequenz 455 kHz! Wie kann man verhindern, daß Spiegelfrequenz-Signale den Empfang des Nutzsignals beeinträchtigen? Ein probates Mittel ist die Wahl einer im Verhältnis zum Nutzsignal möglichst hohen Zwischenfrequenz. Die Differenz zwischen Empfangs- und Spiegelfrequenz wird dann so groß, daß das Spiegelfrequenz-Signal vom Eingangskreis des Empfängers genügend abgeschwächt wird. Das zweite Mittel ist die Erhöhung der Selektivität in der Vorstufe (vor dem Mischer) mit schaltungstechnischem Aufwand. Bei einem einfachen Empfänger, wie er hier beschrieben ist, sind die Möglichkeiten der Spiegelfrequenz-Unterdrückung begrenzt. Die Benutzung einer an die Empfängereigenschaften angepaßten kurzen Antenne hat hier den wirkungsvollsten Effekt.