

Selbstbau eines Mini-Antennentuners

MARTIN STEYER - DK7ZB

Der hier vorgestellte Antennentuner wurde für einen Kenwood TS-50S entwickelt, ist aber natürlich auch für jeden beliebigen Transceiver der 100-W-Klasse verwendbar und eignet sich zudem ausgezeichnet als Bauprojekt auch für Anfänger. Angepaßt werden koaxial gespeiste Antennen, Langdrähte und Zweidrahtspeiseleitungen auf allen Amateurbändern von 3,5 bis 28 MHz, eingeschränkt ist auch Betrieb auf 1,8 MHz möglich. Damit ist dieser Tuner nahezu universell einsetzbar.

Der hier vorgestellte Aufbauvorschlag ist in vieler Hinsicht abwandlungsfähig. So sind beliebige Drehkondensatoren aus der Bastelkiste verwendbar; die Mechanik und Gehäusegröße richten sich dann nach den jeweiligen Gegebenheiten. Selbstverständlich kann der Tuner auch ohne SWR-Brücke aufgebaut werden, wenn man ein externes Stehwellenmeßgerät zwischen ihm und dem Transceiver einschleift.

Muß man alle Bauteile kaufen, weil auch nach einem entsprechenden Tritt die Bastelkiste keine passenden Vorräte hergibt, kann man einschließlich SWR-Brücke mit etwa 60 DM Kosten (ohne Knöpfe und Gehäuse) rechnen.

Nützliche Vorselektion

Der Antennentuner ist die vereinfachte Version einer von mir bereits in verschiedenen Varianten gebauten Ausführung. Solche Tuner haben sich auf Flugreisen und DXpeditionen schon seit Jahren zum Anpassen nahezu beliebiger Antennen bewährt. Speziell für den TS-50S sollte es aber eine noch kleinere und leichtere Ausgabe sein.

Die Schaltung (Bild 1) entspricht einem T-Glied und ist ein klassischer C-L-C-Hochpaß. Damit lassen sich sowohl niedrige als auch hohe Impedanzen anpassen, zusätzlich schafft ein eingebauter Ausgangsbalun

1:4 einen symmetrischen Ausgang für Zweidrahtleitungen.

Der Vorteil der Schaltung besteht auch darin, daß sie die Empfangereigenschaften des TS-50S entscheidend verbessert. Der einzige Schwachpunkt des an sich recht guten Empfangsteils besteht nämlich darin, daß besonders in den Abendstunden durch starke Rundfunksender im 49-m- und 31-m-Band Mischprodukte durch Intermodulation höherer Ordnung auf den Bändern oberhalb von 18 MHz entstehen.

Dies gilt vor allem beim Betrieb an breitbandigen bzw. multiresonanten Antennen wie W3DZZ, G5RV oder FD-4. Ursache dafür sind die Umschaltdioden für die Bandpässe, die bei den meisten Transceivern aus Kostengründen nicht vom optimalen Typ sind.

Die Phantomsignale verschwinden beim Einschleifen des Antennentuners infolge der verbesserten Vorselektion restlos. Auch viele andere Transceiver, die dieselben Probleme zeigen, können so in den Empfangseigenschaften deutlich verbessert werden.

Rundfunkdrehkondensatoren genügen

Die beiden Abstimm-drehkondensatoren sind luftisolierte Miniatur-Rundfunktypen, wie sie in verschiedenen Inseraten als Rest-

posten angeboten werden. Im Grunde ist deren Plattenabstand für 100 W HF zu gering. Durch einen Trick gelingt es jedoch, die Spannungsfestigkeit zu verdoppeln: Die beiden Statorpakete werden hintereinandergeschaltet, der Rotor (Gehäuse) nicht angeschlossen! So ergibt sich zwar eine Halbierung der Kapazität, doch eine Verdopplung der Spannungsfestigkeit, d. h., $2 \times 500 \text{ pF}$ bringen eine wirksame Abstimmkapazität von 250 pF; das reicht für die Bänder 1,8 bis 28 MHz völlig aus.

Etwas nachteilig ist der eingebaute Feintrieb 1:3, der zwar ein feinfühliges Abstimmen ermöglicht, durch den Drehbereich von unter 180° und über 360° Doppeldeutigkeit bei der Stellung hat. In der Praxis kommt man damit aber nach einiger Gewöhnung ganz gut zurecht.

Ringkern spart Platz

Die Induktivität ist im Muster durch eine angezapfte Ringkernspule realisiert, die mit Hilfe eines zwölfpoligen Drehschalters auf die verschiedenen Bänder umgeschaltet wird. Für fast alle Fälle reicht die Induktivität aus, um auch auf 1,8 MHz Anpassung zu erreichen. Sehr selten kommt es vor, daß der Abstimmbereich nicht groß genug ist und die Drehkondensatoren voll eingedreht sind. Bei richtiger Wahl der Anzapfungspunkte findet man immer eine Stellung, bei der sich ein SWR von 1,0 einstellen läßt.

Die naheliegende Überlegung, einen größeren Ringkern für L1 einzusetzen, führt leider nicht zum gewünschten Erfolg, weil mit zunehmender Ringkerngröße die Induktivität je Windung steigt und auf den Bändern ab 21 MHz dann der Induktivitätssprung von einer Windung zur anderen zu groß wird. Schon eine Windung ist dann für 28 MHz zuviel.

Die Ringkernspule L1 wird auf einen Amidon-Ringkern T 130-2 (Kennfarbe rot) gewickelt; die 40 Windungen passen genau auf den vollen Umfang. Die Befestigung erfolgt einfach durch die Drahtstücke zum Schalter, was durchaus eine stabile Konstruktion ergibt. Dazu der ausdrückliche Hinweis, daß sich andere Kerne (weder kleiner noch größer) nicht eignen, es muß der T 120-2 sein! Unkritisch sind Rollspulen oder Luftspulen, bei denen man die Anzapfungspunkte für die Bandumschaltung experimentell bestimmen muß. Sie bewirken allerdings u. U. einen erheblichen Volumenzuwachs.

Balun

Der Balun 1:4 wird mit dem an der Rückseite montierten Schalter S3 bei Betrieb mit einer Zweidrahtleitung zugeschaltet, er ist bifilar auf einen 200-W-Breitband-

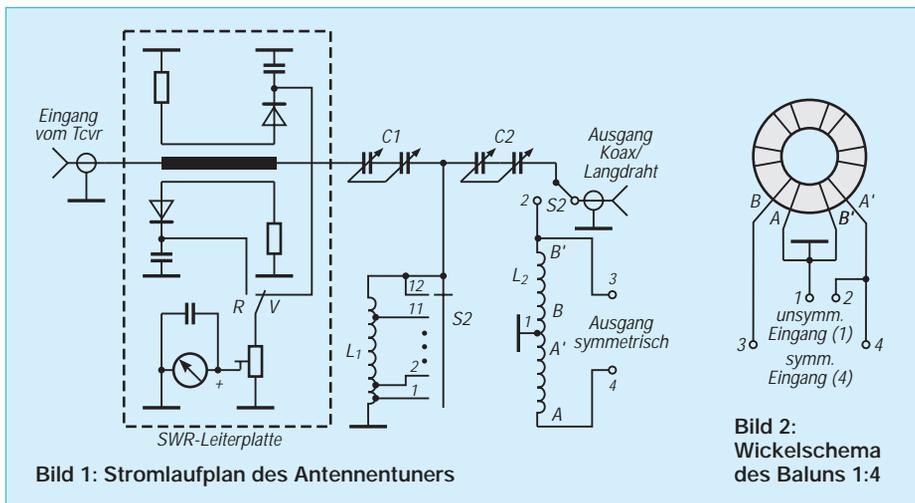


Bild 1: Stromlaufplan des Antennentuners

Bild 2: Wickelschema des Baluns 1:4

Kern des Typs FT 43-4502 gewickelt. Notfalls eignet sich hier auch ein T 130-2, was ich erfolgreich an einem anderen Tuner getestet habe. Die näheren Einzelheiten sind aus Bild 2 ersichtlich.

■ SWR – billig gemessen

Zusätzlich habe ich eine Stehwellenmeßbrücke eingebaut. Sie entstand durch Zerlegen eines für CB-Funk vertriebenen Typs. Solche Geräte sind für unter 20 DM erhältlich und liefern neben dem Meßwerk mit passender Skale noch zwei Koaxialbuchsen, den Umschalter Vorlauf/Rücklauf und das Potentiometer samt Knopf; Teile, die man sonst hätte noch einzeln kaufen müssen.

Verschiedene Geräte dieser Art weisen sämtlich das gleiche Innenleben auf und stammen offensichtlich aus derselben Fertigung. Lediglich die aufgeklebten Frontplatten hatten je nach Importeur bzw. Großhändler unterschiedliche Beschriftungen.



Mit Hilfe eines auf einer gedruckten Schaltung aufgebauten Streifenleitungs-Richtkopplers habe ich diese Geräte ausgiebig vermessen. Bei einigen war die Anzeige bei Vertauschen der Anschlüsse identisch, wenn die HF einem 50- Ω -Abschlußwiderstand zugeführt wurde. Bei grober Fehlanspassung kam es bei einigen Exemplaren andererseits vor, daß die reflektierte Spannung zu einer höheren Anzeige als beim Vorlauf führte.

Als sehr mysteriös erwies sich bei näherer Betrachtung dieser Ausführungen, daß die Abschlußwiderstände für Vor- und Rücklauf trotz gleicher Meßleitungen unterschiedliche Werte hatten, nämlich 120 Ω und 220 Ω ! Daß dies kein Versehen ist, zeigten drei verschiedene Exemplare, die alle diese Widerstandswerte enthielten. Auf diese Weise war natürlich kein vernünftiges Abstimmen möglich. Die nachfolgende Änderung führt zu einwandfreier Anzeige.

Die SWR-Leiterplatte ist im Original unmittelbar an den beiden Koaxialbuchsen

angelötet. Man baut sie samt dem sonstigen „Innenleben“ des Stehwellenmessers aus.

■ Änderung der SWR-Leiterplatte

Dann prüft man, ob sie tatsächlich unterschiedliche Widerstandswerte für Vor- und Rücklauf enthält. In diesem Fall sind sie auszulöten und durch zwei 120- Ω -Widerstände mit je 0,25 W Belastbarkeit zu ersetzen. Die von hinten gesehen rechte Buchse bleibt angelötet, die andere wird ausgebaut. Anschließend setzt man die an der Buchse befestigte Platine in das neue Gehäuse ein. Die Massepunkte jeweils ober- und unterhalb von Ein- und Ausgang werden auf kürzestem Wege über 1-mm-Kupferdraht unmittelbar mit der Rückwand verlötet.

Bei einem Aluminiumgehäuse sind an diesen Stellen Schrauben mit Lötfahnen vorzusehen. Am Ausgang wird nur ein Draht angebracht, der zum Drehkondensator C1 führt. Sicherheitshalber kann man die geänderte Leiterplatte noch einmal an einem 50- Ω -Abschlußwiderstand testen.

Bild 3: Vorderansicht des fertigen Geräts auf dem TS-50S

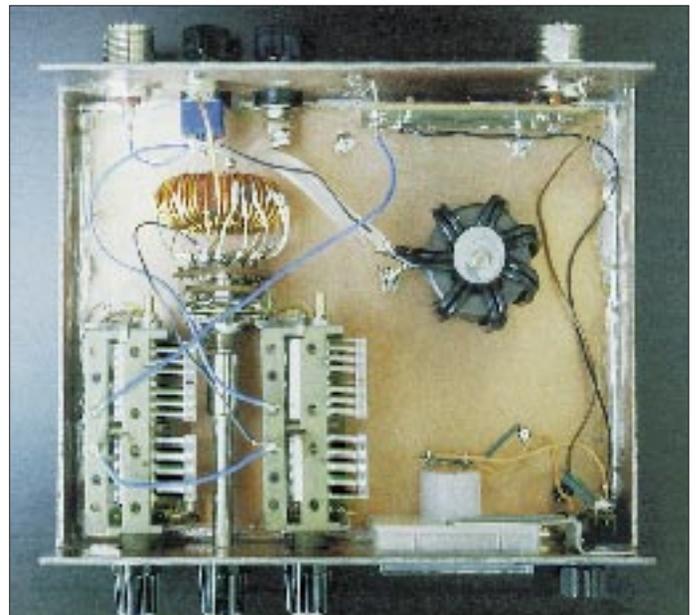


Bild 4: Innenansicht des Tuners
Fotos: Autor

Dies alles hört sich kompliziert an, Aus- und Umbau sind aber in 30 min erledigt. Danach können wir dafür als Lohn der Mühe mit einer recht exakten Anzeige rechnen.

■ Aufbau und Mechanik

Für solch einfache Schaltungen haben sich bei mir seit Jahren selbstgefertigte Gehäuse nach Maß bewährt, deren Grundplatte und Aufbauwände aus doppeltkasschiertem Epoxid-Material zusammengelötet werden. Das ergibt optimale Stabilität, HF-Schirmung und überall lötbare Massepunkte. Damit der Tuner zum TS-50S paßt, hat die Frontplatte die Abmessungen

55 mm \times 175 mm, die Grundplatte ist 175 mm \times 130 mm groß. Auf die Frontplatte habe ich nach dem Lackieren mit mattschwarzer Farbe weiße Abreibebuchstaben aufgebracht und sie anschließend mit nicht glänzendem Klarlack gespritzt.

Der Gehäusedeckel wird aus dickerem Weißblech oder 1-mm-Aluminium gebogen und mit einer selbstklebenden schwarzen Plastikfolie überzogen. Bild 3 zeigt, wie das alles dann fertig aussieht. Von links nach rechts gehören die drei Drehknöpfe zum Eingangs-Drehkondensator, dem Bandumschalter und zum Ausgangs-Drehkondensator.

Die aufgeklebte Original-Frontplatte des CB-Stehwellenmessers aus Plastik wurde vorsichtig entfernt, die Ausschnitte im Tuner-Gehäuse entsprechend ausgesägt und das Meßwerk, der Schalter sowie das Potentiometer genauso wie vorher montiert. Dann wird die Abdeckplatte vorsichtig mit Alleskleber wieder befestigt. Das Markenschild habe ich dezent mit dem eigenen Rufzeichen überklebt ...

Der Umschalter S2 befindet sich an der Rückwand, ebenso die Koaxialbuchsen für Ein- und Ausgang und die beiden An-

schlüsse für die Zweidraht-Speiseleitung. Für letztere braucht man gut isolierte Buchsen, wie sie z. B. bei Labornetzgeräten üblich sind; bei einfachen Bananbuchsen kann es zu Spannungsüberschlägen zur Gehäusemasse kommen!

Die Drehkondensatoren müssen isoliert befestigt werden, weil bei keinem von ihnen der Stator auf Masse liegt und damit die „Kondensatorwanne“ HF-mäßig „heiß“ ist.

Die Befestigung kann entweder mit Nylon-Schrauben erfolgen, oder es sind Haltewinkel aus einer Isolierplatte zu fertigen.

Ein Problem ist zudem, daß die Achsen HF führen und darum sorgfältig von den Fingern zu isolieren sind. Die elektrisch an sich beste Lösung wäre das Verwenden von Isolierkupplungen, was nur leider die Mechanik vergrößert und sich letztlich bei der Gehäusegröße nachteilig bemerkbar macht. Sehr gut bewährt hat es sich bei mir, ganz einfach isolierte Plastikknöpfe auf die Metallachse aufzuschrauben, die allerdings gut versenkte Madenschrauben haben müssen, sonst holt man sich beim Abstimmen u. U. verbrannte Fingerspitzen ... Noch besser sind Spannzangenknöpfe der vornehmen Kategorie, die eine vollständige Isolation bieten.

Zur Verdeutlichung des gesamten Innenlebens dient Bild 4, mit dessen Hilfe auch unübliche Bastler zurecht kommen müßten.

■ Der Antennentuner in der Praxis

Eingeschleift wird der Tuner zwischen den Antennenausgang des Transceivers und die jeweilige Antenne, wobei eine zweidraht- und eine koaxialkabelgespeiste Antenne (bzw. Langdraht) ständig mit dem Antennenabstimmgerät verbunden bleiben können; die Auswahl geschieht mit S2.

Beachten sollte man, daß die ausgekoppelte Leistung, wie bei allen Stehwellenmeßgeräten mit Streifenleitungen, mit steigender Frequenz (abnehmender Wellenlänge) zunimmt. Darum ist auf 1,8 MHz Vollausschlag erst bei 50 bis 100 W HF möglich. Bei Verwendung einer Eindrahtantenne wird sie per Bananenstecker mit dem Innenanschluß der SO-239-Buchse verbunden. Notwendig ist dabei in der Regel ein Gegengewicht (Erdnetz), das direkt am Gehäuse (des Antennenabstimmgeräts!) angeschlossen werden muß. Speziell Drahtlängen, die eine Viertelwellenresonanz aufweisen (niederohmige Speisung!) erfordern ein gutes Erdnetz.

Die Abstimmung ist einfacher als die Beschreibung vermuten läßt: Mit reduzierter Leistung (5 bis 10 W) wird bei Mittelstellung beider Drehkondensatoren zunächst der Anzapfungspunkt mit niedrigstem SWR gesucht. Anschließend ist durch wechselseitiges Verstellen von C1 und C2 das Rücklaufminimum (SWR 1,0) zu suchen. Gelingt das nicht bzw. befindet sich ein

Drehkondensator an einem Anschlag (maximale bzw. minimale Kapazität), muß eine Anzapfung weiter vor- oder zurückgeschaltet werden.

Als Richtwerte für die einzelnen Bänder können folgende Stellungen dienen: 1,8 MHz – 12; 3,5 MHz – 9 bis 11, 7 MHz – 6 bis 8, 10 MHz – 5 bis 6, 14 MHz 4 oder 5, 21 MHz – 2 oder 3, 24 und 28 MHz 1 bis 2.

Wie bei allen anderen Antennenabstimmgeräten ist im Sinne schnelleren Bandwechsels und vor allem verkürzter Aussendung des Abstimmsignals (und damit möglicherweise verringerter Dauer unbeabsichtigter Störungen) zu empfehlen, sich für die einmal gefundenen Einstellungen auf den verschiedenen Bändern Markierungen anzubringen. Das lohnt allerdings erst bei einer längere Zeit verwendeten Antenneninstallation und nicht für schnelle Experimente. Selbstverständlich erfordert das für die einzelnen Bänder deutlich unterscheidbare Kennzeichnungen, wozu sich in erster Linie Farben anbieten. Damit genügend Platz dazu vorhanden ist, wären auch größere Knöpfe als beim Mustergerät (Bild 3) zweckmäßig.

Alle Transistor-Transceiver haben Schutzschaltungen, die bei Fehlanpassung die Leistung zurückregeln; bei Dipolen, Trap-Yagis und allen Multibandantennen ist das an den Bandenden schon gravierend bemerkbar. Auch hier macht sich ein Antennentuner sehr positiv bemerkbar.

Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß bei Langdrahtantennen und symmetrischen Dipolen an einer Zweidrahtleitung ein Betrieb mit Zufallsresonanzen möglich ist, da der Tuner in die Resonanz des gesamten Systems eingeht. – Das ist ja gerade der Vorteil eines solchen Anpaßgeräts.

■ Kein Allheilmittel

Ich warne allerdings davor, koaxialkabelgespeiste Antennen auf anderen Bändern, als für deren Resonanz vorgesehen, zu betreiben. Möglich ist auch hier ein SWR von 1,0, wobei aber nicht mit einem vernünftigen Wirkungsgrad zu rechnen ist! Vereinfacht betrachtet kann man hierbei davon ausgehen, daß das Koaxialkabel nicht als angepaßte Speiseleitung mit 50 Ω Wellenwiderstand arbeitet, sondern viel eher einen Kondensator nach Masse mit einer Kapazität von 60 bis 100 pF/m darstellt. Daß das nicht funktioniert, läßt sich leicht einsehen.

Man sollte sich vom weit verbreiteten Irrglauben lösen, daß ein gutes SWR zwingend auch eine gute Abstrahlung bedeutet (der Gegenbeweis ist mit einem Abschlußwiderstand zu führen – das SWR ist 1,0, abgestrahlt aber wird nichts ...). Insofern sollte man sich über die Strahlungseigenschaften seiner Antenne schon einige Gedanken machen.

■ Zu kurz bringt Überschlüge

Ein weiterer Fall, bei dem Probleme auftauchen, betrifft extrem kurze Strahler, wie z. B. Mobilantennen. Hierbei kommt es beim antennenseitigen Drehkondensator zu Spannungsüberschlägen. Für diesen Zweck sollte man besser spezielle Anpaßschaltungen für Mobilantennen wählen, die zudem einen besseren Wirkungsgrad aufweisen.

■ Bezugsquellen:

Drehkondensatoren: Fa. Oppermann, Steyerberg; Ringkerne, Schalter: Andy's Funkladen, Bremen; SWR-Meßbrücke: CB-Shops oder -Versandhandel

Bauteile

C1, C2	Miniaturdrehkondensatoren 2 × 400 bis 500 pF, Luftisolation
L1	40 Wdg.; 1-mm-CuL; auf Ringkern Amidon T 130-2; Anzapfungen bei 2, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 16, 20, 24 und 29 Wdg.
L2	2 × 7 Wdg.; zweipolige Netzleitung 0,75 mm ² auf Ringkern Amidon FT 43-4502 (ersatzweise notfalls auch Amidon T 130-2 möglich)
S1	Stufenschalter einpolig, 12 Stellungen
S2	Kippschalter einpolig um

Leistung und S-Stufen

Bekanntlich besteht zwischen Sendeleistung (Leistungspegel) und S-Wert am entfernten Empfänger (Spannungspegel) ein Zusammenhang. Es wurde festgelegt, daß eine S-Stufe jeweils einer Empfangspegeländerung um 6 dB entspricht. Setzt man eine S-Stufe in das Verhältnis zur Änderung der Sendeleistung, so ergeben sich folgende Relationen: 1000 W reduziert auf 100 W entsprechen einer Änderung von –10 dB, also etwas weniger als 2 S-Stufen Signalverringern.

Bei 1000 W auf 10 W ergeben sich –20 dB, damit etwas mehr als 3 S-Stufen Signalabfall. Werden die 1000 W auf 1 W reduziert, so sind dies –30 dB und damit 5 S-Stufen.

Erzeugt ein 1000-W-Sender ein Signal von S 9, so ist es bei 100 W mit etwa S 7,

bei 10 W mit etwas weniger als S 6 und bei 1 W mit S 4 hörbar. Interessant ist auch die Sendeleistung 100 mW im Feldstärkevergleich.

Faustformel: Eine Verdopplung der Leistung entspricht einer Zunahme um 3 dB (1/2 S-Stufe), die Vervierfachung ergibt den Gewinn einer S-Stufe (+6 dB). Mit der Reduzierung auf ein Zehntel verliert man fast 2 S-Stufen (–10 dB).

Max Perner, DL7UMO

