

Autoradioantenne für 2 m Mobilfunk

Hermann Metzger, DJ8TL

Zunehmende Autoaufbrüche und Diebstähle aus KFZ sowie die oft vorhandene Scheu, ein zusätzliches Loch für die Mobilantenne zu bohren, legen es nahe, einfach die Teleskopantenne des Autoradios mitzubenutzen und so den Wagen nicht für jedermann als mit Funk ausgerüstet zu präsentieren.

Das Wirkungsprinzip

Bei der Antenne handelt es sich um eine im Zubehörhandel häufig angebotene Bosch-Automatikantenne mit ca. 90 cm Teleskoplänge, die für Kotflügelmontage vorgesehen ist. Die folgenden Ausführungen gelten natürlich entsprechend für jede andere Teleskopantenne und auch für die Dachantennen französischer und japanischer Autos. Die dem Umbau zugrunde liegenden Überlegungen sind in Bild 1 skizziert.

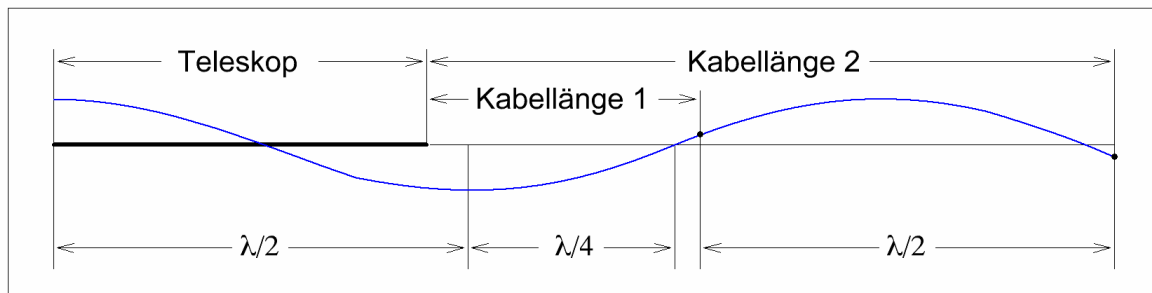


Bild 1: Spannungsverteilung auf Antenne und Kabel

Schließt man an die Antenne ein Koaxkabel an, so ergibt sich bei einer elektrischen Gesamtlänge (Antenne + Kabel) von $3/4 \lambda$ bzw. $5/4 \lambda$ usw. durch Kabeltransformation eine sehr niedrige Impedanz. Verlängert man das Kabel um einen gewissen Betrag (ca. 9 cm für 145 MHz) darüber hinaus, so findet man einen Punkt, dessen Impedanz einen Realteil von 50Ω aufweist, allerdings mit einer induktiven Blindkomponente behaftet. Kompensiert man diesen Blindanteil durch einen Serienkondensator, so erhält man eine reelle Impedanz von 50Ω . Hinter dem Serienkondensator kann man also ein Kabel beliebiger Länge anschließen.

Das vom Hersteller mitgelieferte Kabel ist antennenseitig mit einem Schraubanschluss versehen. Wegen des dünnen Innenleiters scheint es für Sendezwecke allerdings nur wenig geeignet. Zwar ist auch ein RG 58 - Kabel mit gleichem Konnektor erhältlich, das durchaus für die „Kabellänge 1“ verwendungsfähig ist; die hier beschriebene Lösung ist jedoch elektrisch besser:



Bild 2: siehe Text

Man trennt den antennenseitigen Konnektor nach ca. 4 cm vom Originalkabel (s. Bild 2). Am kürzeren der verbliebenen offenen Kabelenden montiert man eine BNC-Kabelkupplung, am längeren einen BNC-Stecker. Das längere Kabel dient der Verbindung zwischen Weiche und Radio, das kürzere der Adaptierung der Leitung zwischen Antenne und Weiche.

Geschickte Bastler können die Adaptierung des Antennenanschlusses auch eleganter gestalten:



Bild 3: beste Adapter-Lösung

Der Antennenkonnektor wird an der Krimpstelle sorgfältig abgesägt. Danach sind alle Kunststoff-Innenteile vorübergehend zu entfernen. Aus der BNC – Kabelkupplung sind ebenfalls alle beweglichen Innenteile zu entfernen. Die Ringmutter wird auf 6,5 mm aufgebohrt. Nunmehr kann diese auf den verbliebenen Schaft des Antennenkonnektors geschoben und festgelötet werden. Die beiden Buchsen-Innenteile der Konnektoren werden über einen starren Draht von ca. 0,8 mm Durchmesser (genaue Länge ausprobieren) miteinander verbunden. Das so hergestellte Innenteil wird zunächst in die BNC - Kupplung eingeschoben und mit etwas UHU-Plus gegen axiales Verschieben gesichert. Im abschließenden Schritt wird die Ringmutter mit der zuvor angelöteten antennenseitigen Verschraubung in die BNC – Kupplung eingeschraubt. Der nunmehr fertige Adapter bildet zwar eine Stoßstelle, die aber für den vorliegenden Anwendungsfall (Stehwellenbetrieb) ohne Auswirkung bleibt.

Für die Transformationsleitung wurde zur Verlustminimierung ein Teflonkabel aus dem Surplushandel mit 5 mm Außendurchmesser gewählt. Die experimentell ermittelte Länge beträgt 1,17 m (für RG 58 wegen des abweichenden Verkürzungsfaktors 1,10 m). Das entspricht der Kabellänge 2 in Bild 1. Erste Versuche ergaben, dass die beschriebene Anordnung sogar eine Sendeleistung von 50 W ohne Probleme verkraftet. Die Betriebsergebnisse sind denen einer $\lambda/4$ - Antenne auf dem Wagendach ebenbürtig.

Man beachte aber bitte, dass viele Hersteller nur 10 W Sendeleistung für Antennen auf dem Kotflügel zulassen. (auf Homepage des DARC, Mitgliederbereich nachsehen)

Die Antennenweiche

Für den gleichzeitigen Betrieb von Radio und Funkgerät wurde eine Weiche entwickelt, die in einem handelsüblichen Blechgehäuse mit Federdeckel und drei getrennten Kammern untergebracht ist.

In der Leitung zum Funkgerät befindet sich ein Hochpass aus C1, C 2 und L1. Er bewirkt zweierlei: Erstens verhindert er die Dämpfung der Rundfunksignale durch das angeschlossene Funkgerät, da alle Bereiche weit unterhalb der Durchlassbandbreite liegen; zweitens dient er der Kompensation des Blindanteils auf dem Antennenkabel (siehe oben). In der Leitung zum Radio befindet sich ein Tiefpass mit besonderer Sperrwirkung für 2 m Signale. Damit wird bei sauberer Schirmung und sorgfältigem Abgleich das Eindringen von Sendeenergie in den empfindlichen Radioeingang sehr wirkungsvoll verhindert.

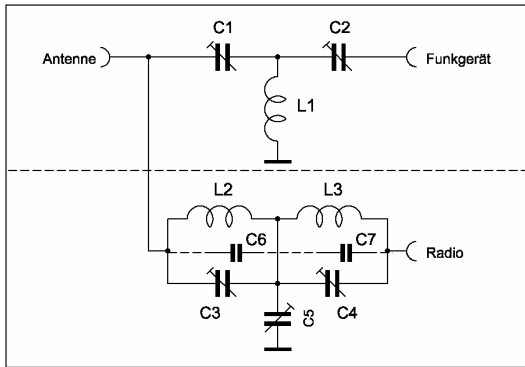


Bild 4: Schaltung der Antennenweiche

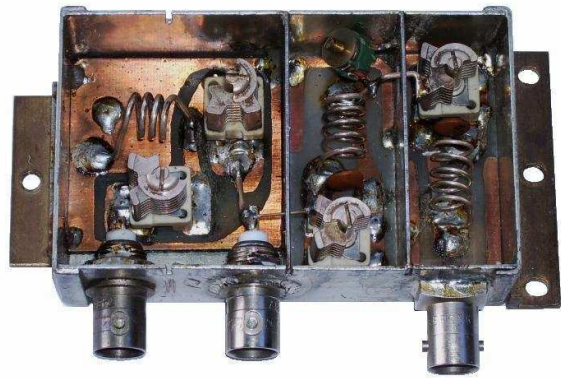


Bild 5: fertig abgegliche Weiche

Die einzelnen Baugruppen sind auf Epoxyplatinen aufgebaut, die genau auf die Abmessungen der Kammern zugeschnitten sind. Das Leiterbahnbild kann aus Bild 7 entnommen und wegen der einfachen Struktur leicht im Zeichenverfahren mit Edding 3000 oder Dalo-Pen kopiert werden. Die Bauteile werden direkt auf die Kupferflächen gelötet (wie SMD - Bauteile). Erforderlichenfalls sind die Anschlussfahnen der Trimmer nach außen abzuwinkeln. Nach der Bestückung werden die Platinen mit etwas Pappe o.ä. als Abstandshalter unterlegt und dann an den umlaufenden Massebahnen an einigen Stellen mit dem Gehäuse verlötet. Zeckmäßigerweise versieht man den Gehäusedeckel noch oberhalb der Trimmer mit Bohrungen für das Abgleichwerkzeug.

Bild 5 zeigt die letzte Version der mehrfach modifizierten und fertig abgegliche Weiche nach 25 Jahren Betrieb im PKW.

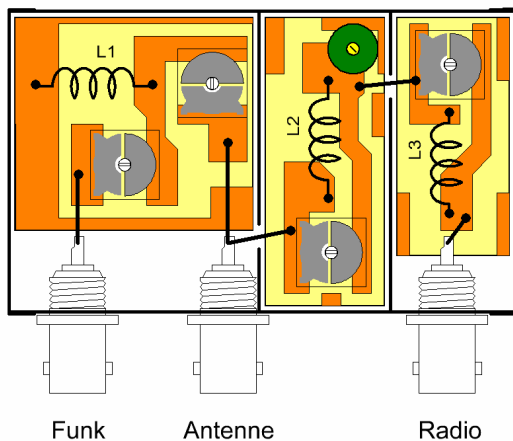


Bild 6: Bauteileanordnung

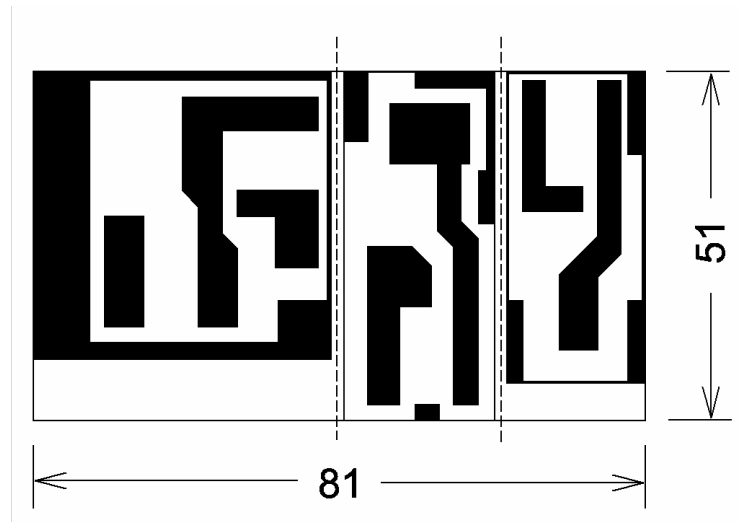


Bild 7: Layout der Platinen

Bauteile: C 1; C 2 ; C 3 ; C 4 11 pF Tronser-Trimmer
 C 5 30 pF Folien-Trimmer
 C 6 ; C 7 10 pF Keramik, siehe Text
 L 1 4 Wdg. 1 mm CuAg, $d_i = 6$ mm , auf doppelte Länge
 gezogen
 L 2 ; L 3 5 Wdg. 1 mm CuAg, $d_i = 6$ mm , auf doppelte Länge
 gezogen
 3 BNC-Buchsen für Einlochbefestigung ;
 1 Blechgehäuse L: 8,3 cm ; B: 5,0 cm ; H: 2,6 cm mit Deckel (TEKO 372)
 Platinenmaterial

Der Abgleich

Benötigt werden für den Abgleich ein 2 m Empfänger mit S-Meter, ein Sender, dessen Leistung sich auf etwa 10 mW reduzieren lässt (Handfunke), ein 50Ω Widerstand (aus parallel geschalteten Einzelwiderständen) und ein Schraubendreher aus Isoliermaterial.

Der Widerstand dient dem provisorischen Leitungsabschluss. Er ist im Inneren des Gehäuses von der Antennenbuchse nach Masse einzulöten. Der Sender wird zunächst an die Antennenbuchse und der Empfänger an die Radiobuchse angeschlossen. Nun sind bei geschlossenem Deckel die Trimmer C 3 und C 4 in Bandmitte auf größte Sperrwirkung einzustellen. Wenn der Kapazitätsbereich der Trimmer nicht ausreicht, so können 10 pF Keramikkondensatoren (C 6 ; C 7) parallel geschaltet werden, für die neben den Trimmern noch ausreichend Platz ist. Bei korrektem Abgleich sollte das S-Meter auch bei 1W Sendeleistung keinen Ausschlag mehr zeigen. Danach ist der 50Ω Widerstand wieder zu entfernen.

Der weitere Abgleich erfolgt im Fahrzeug bei angeschlossener Antenne. Unter Zwischenschaltung eines SWR-Meters belegt man alle Anschlüsse wie vorgesehen. Zur Verbindung des Radios mit der Weiche dient ein Stück des Originalantennenkabels. Die Leitungslänge zwischen SWR-Gerät und Weiche muss elektrisch $\lambda/2$ betragen, um einen Fehlableich auszuschließen. Nun wird mit C 1 und C 2 in Bandmitte bestes SWR eingestellt. Erforderlichenfalls kann das Ergebnis durch vorsichtiges Verbiegen der Spulenwindungen von L 1 optimiert werden. An den Bandgrenzen sollte das SWR nicht über 1,5 ansteigen. Nach erfolgtem Abgleich und korrekt bemessener Kabellänge sind die beiden Trimmer etwa $1/2$ eingedreht. Natürlich ist bei Verwendung einer Antenne mit abweichender Länge die Transformationsleitung entsprechend zu verändern.

Sollte lediglich der Mobiltransceiver und kein weiterer Empfänger verfügbar sein, so kann man auch folgendermaßen vorgehen: Bei zunächst offenem Radioausgang beginnt man mit dem zweiten Abgleichschritt im Fahrzeug. Anschließend legt man am Radioausgang der Weiche provisorisch eine Diode (1N4148) nach Masse, die man auch in einen für den Ausgang passenden Stecker einlöten kann. Über der Diode lässt sich dann während des Sendens mit einem Multimeter (möglichst Zeigerinstrument) eine Spannung messen, deren Höhe mit zunehmender Sperrwirkung abnimmt. In der Nähe des Minimums (beste Sperrwirkung) wählt man immer empfindlichere Messbereiche bis hinunter zum $50 \mu\text{A}$ -Bereich, wodurch sich das Ergebnis weiter verbessern lässt. Anschließend ist der Sendezweig nachzugleichen.

Wenn das Autoradio einen Antennentrimmer besitzt, so muss auch der wegen Veränderung der Kabellänge und -kapazität gegenüber dem ursprünglichen Zustand nachgestellt werden. Reicht der Einstellbereich nicht aus, so ist am Radioausgang ein 56 pF Kondensator in Reihe zu schalten wofür im Inneren der Weiche genügend Platz vorhanden ist.

Betriebserfahrungen

Die beschriebene Konfiguration benutzt der Autor seit etwa 25 Jahren in unterschiedlichen Fahrzeugen und mit verschiedenen Antennen und Radios erfolgreich. Die Weiche ist im Fahrzeuginneren in der Mittelkonsole (bei Heckantenne im Kofferraum mit Kabellänge 1) untergebracht und somit leicht abzugleichen. Sie zeichnet sich durch große Betriebssicherheit und Langzeitstabilität aus und verarbeitet auch 50 W Sendeleistung problemlos. Im Radio ist auch dann auf keinem Wellenbereich ein Empfindlichkeitsrückgang während des Sendens bemerkbar. Erstaunlicherweise ist trotz der hochohmigen Speisung keine nennenswerte Witterungsabhängigkeit festzustellen.

Versuche, die Anlage bei entsprechendem Weichenausbau auch auf 70 cm zu erweitern, verliefen ebenfalls erfolgreich. Allerdings beträgt die erzielbare Bandbreite wegen der Frequenzabhängigkeit der Kabeltransformation dort nur etwa 2 MHz, so dass Relaisstellenbetrieb ausgeschlossen ist. Eine Kombination für Rundfunk / 2 m / 10 m wurde ebenso erfolgreich getestet. Die Radioantenne hat wegen der für das 10 m Band viel zu geringen Länge natürlich keinen guten Wirkungsgrad, jedoch können einige Kilometer überbrückt werden.

PS: Bei einigen PKW der Firma Opel (vielleicht auch anderer Hersteller) ist die Antennenmasse nicht direkt mit dem Kotflügelblech verbunden, sondern über ein ca. 10 cm langes Masseband an einer Versteifungsstrebe unter dem Kotflügel angeschlossen.

In diesem Fall ist ein korrekter Abgleich der Weiche unmöglich.

Abhilfe: Man löst die Verschraubung des Massebandes an der Metallstrebe und fügt einen kleinen Drehko von ca. 20 pF zwischen Masseband und Metallstrebe ein. Zusammen mit dem Masseband ergibt dieser einen Serienresonanzkreis, der auf 145 MHz abzustimmen ist. Damit sind die HF-Masse - Verhältnisse am Fußpunkt der Antenne wieder hergestellt, und die Weiche lässt sich einwandfrei abgleichen.