

Peilzusatz für FM-Handfunkgeräte

Arno H. Taruttis, DK3SS

Hier wird eine praxiserprobte Anwendung, die man nicht an jeder Ecke kaufen kann, für alle, denen Selbstbau und Experimentieren Freude bereitet, beschrieben.

Dieser Peilzusatz besteht aus drei Funktionsgruppen: einem Aktivantennenpaar fürs 2-m-Band, einem elektronischen Umschalter und einer Steuer- und Auswertelektronik. Durch Modifikation der Antennen kann man auf das 70-cm-Band übergehen. Über das Funktionsprinzip ist bereits genug geschrieben worden.

Vom Wunsch zum Konzept

Hierzulande ist ARDF fast unzertrennlich mit Richtantennen vom Typ Yagi oder HB9CV verbunden, mit denen man im Buschwerk oft mal hängenbleibt. Ganz anders in den USA, wo das „Homing-in-Peilen“ auch bei Funkamateuren weit verbreitet ist (s. Literatur). Das Wunschziel ist eine kleine und dennoch gut funktionierende Richtantenne, deren Polarisation man leicht ändern kann. Stark verkleinerte Dipol-Antennen mit einer aktiven Anpassung an den üblichen 50-Ω-

Eingang erleichtern das Durchqueren des Unterholzes. Die ersten Schaltungsaufbauten hierzu machte ich 1990. Seither wurde das Projekt immer mal wieder verbessert und optimiert, so dass heute einige erprobte Layouts zur Verfügung stehen.

polarisierter Signale zu. Bei meinen ersten Versuchen benutzte ich Gummiwendel-Antennen.

Die Idee, damit einen Dipol zu bauen, musste ich rasch verwerfen: keine Resonanz und schlechte Anpassung im 2-m-Band. Später entstand die Lösung nach Bild 1. Als passives Element dient ein 20...25 cm langer Metallstab, genau mittig an Masse gelegt.

Ein Verstärker in Basisschaltung hebt die relativ geringe HF-Leistung am Abgriff bei 10 % der Stablänge an. Zwei typgleiche parallelgeschaltete Transistoren erzeugen dabei weniger Eigenrauschen als ein einzelner. Der 4:1-Breit-

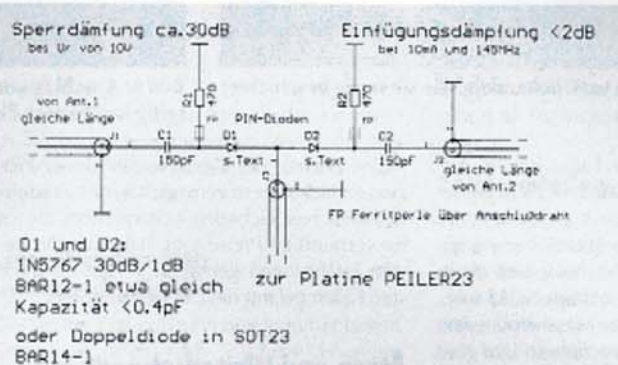


Bild 2: PIN-Dioden Antennenumschalter

Aktive Miniantennen

Für das Peilen nach dem Phasenprinzip werden zwei baugleiche Antennen benötigt. In den USA trifft man häufig Phasenpeiler mit vertikalen $\lambda/2$ -Antennen in etwa 50 cm Abstand an, vielleicht, weil häufig Mobilstationen gepeilt werden. Diese Konstruktion lässt aber nur schlecht die Peilung horizontal

bandtrafo sorgt für etwa 50 Ω Ausgangswiderstand.

Beim Trafo wurde im Eisenbahnmodellbau übliche Doppellitze gleichmäßig auf den Kern verteilt.

Mit gleich(lang)en Koaxialleitungen werden die Aktivantennen über einen PIN-Dioden-Umschalter angeschlossen. Ich empfehle doppelt geschirmtes RG142B/U, RG223/U oder RG400/U, denn in einfach geschirmte Kabel kann im Nahfeld so stark eingestrahlt werden, daß sich Falschpeilung nicht ausschließen lässt.

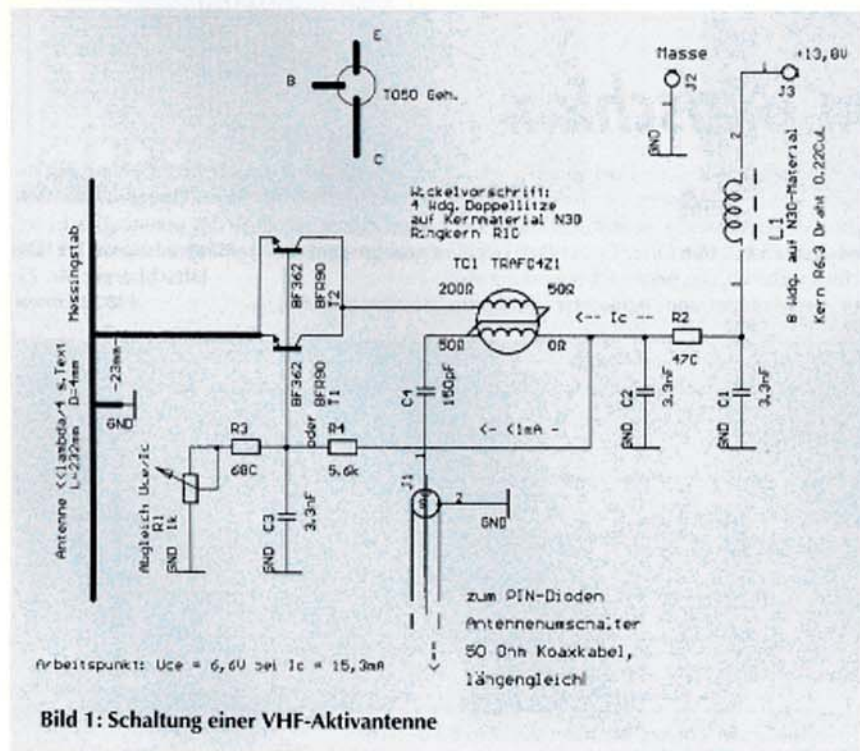


Bild 1: Schaltung einer VHF-Aktivantenne

PIN-Dioden Antennenumschalter

Die Schaltung des Antennenumschalters ist recht einfach (Bild 2). Es wurden sowohl Typen im Glasgehäuse als auch SMD-Ausführungen erprobt. Wichtig war, min. 30 dB Sperrdämpfung bei 10 V und max. 2 dB Einfügungsdämpfung bei 10 mA zu erreichen. An R1 und R2 befinden sich Ferritperlen zur Verbesserung der Anpassung. Über den Innenleiter des Koaxialkabels kommt ein 2,1-kHz-Rechtecksignal mit etwa 10 V_{GS}.

Das Steuer- und Auswerteteil

Es beruht fast auf einer einfachen analogen NF-Schaltung. Das einzige HF-Schaltungsteil ist rechts oben im Bild 3 die Einkopplung des Rechtecksignals für den Antennenumschalter mit L1 und C24.

Mit den Gattern an IC1 wird ein 8,4-kHz-Takt erzeugt und dem Teiler IC4 zugeführt. Somit steht ein Tastverhältnis von exakt 0,5 zur Verfügung. IC6A, T3 und T4 sorgen für die benötigte Ansteuerleistung.

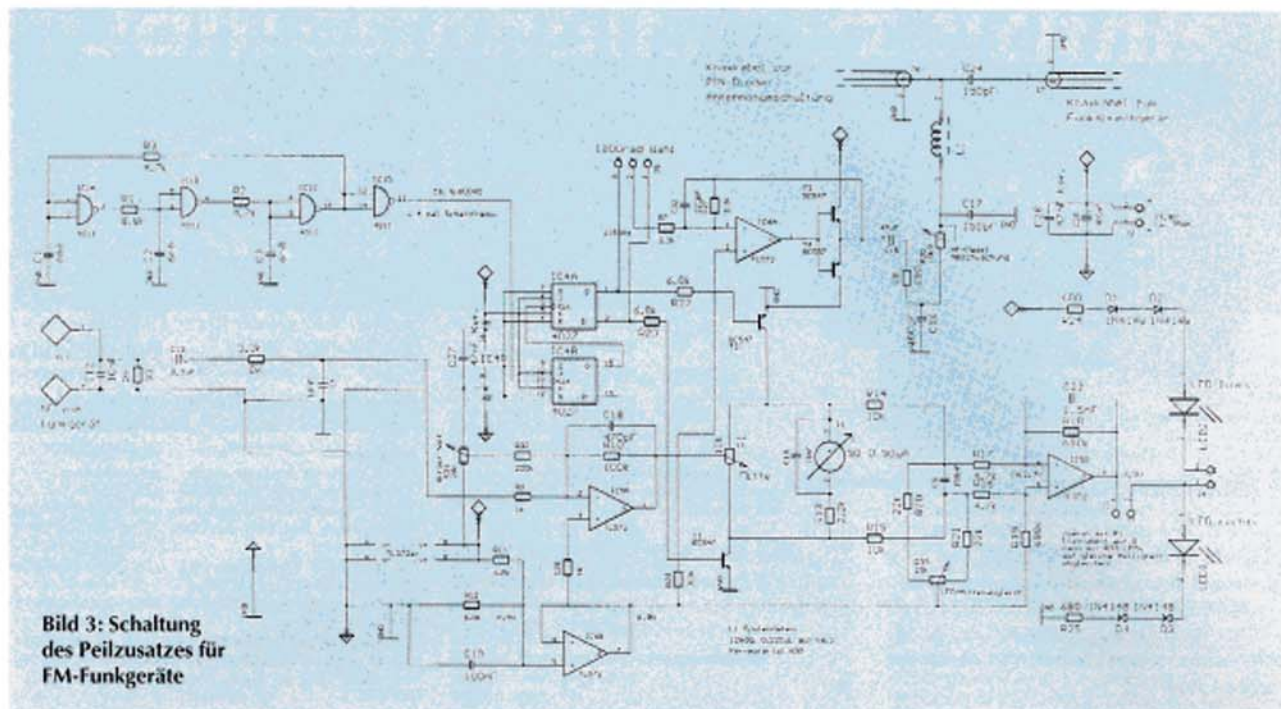


Bild 3: Schaltung des Peilzusatzes für FM-Funkgeräte

T1 und T2 bilden einen phasenempfindlichen Gleichrichter bzw. Phasendiskriminator.

Für Nachtansätze hat sich eine LED-Anzeige als nützlich erwiesen: In Peilrichtung zum Ziel leuchten beide LEDs gleich hell. Diese Platine passt in ein 30 × 74 × 111 mm großes Weißblechgehäuse.

Zum Abgleich (ohne angeschlossenes Funkgerät) dienen drei Wendel-Einstellwiderstände. Man benötigt ein Digital-Multimeter:

- nach 15 min. Einlaufzeit Spannung an Pin 3 von IC5 messen und mit R 31 Spannung an Pin 1 auf den gleichen Wert bringen
- Zeiger mit P1 auf Null justieren
- mit R 33 im abgedunkelten Raum exakt gleiche LED-Helligkeit einstellen

P1 und R 33 beeinflussen einander geringfügig (eventuell Nachjustage). Später, wenn alle Module zusammenarbeiten und der Empfänger des Funkprechgeräts mit einer zusätzlichen Phasendrehung in Erscheinung tritt, muss mit P1 und ggf. R 33 nochmals abgeglichen werden.

Noch ein Hinweis zu R 30: Hier wird ein normales Poti mit 4-mm-Achse am Gehäuse des Peilzusatzes befestigt.

Platinen mit schwierigem Layout

Die Bilder 4 und 5 stellen drei der verschiedenen Musterplatinen in kompletter Bestückung vor.

Die Layouts wurden für durchkontaktierte Platinen mit Eagle 3.5d geroutet. Daher sind die Lötäugen relativ klein, und der Versuch, eine solche Platine in der heimischen Waschküche zu produzieren, muss kläglich enden, wenn nicht scheitern. Selbst bei dem von mir versuchs halber eingesetzten Superpapier für Ink-Jet-Colorausdrucke entsteht noch keine für eine Leiterplattenfertigung ausreichende Layoutvorlage.

CQ DL 12/99

Daher habe ich die professionelle Lösung mit Laser-Fotoplotter und einem richtigen Platinenfertigungsbetrieb gewählt. Dies ist der Grund, weshalb hier keine Layouts veröffentlicht werden. Selbstverständlich bin ich jedem Interessenten behilflich, zu Platinen und Bestückungsplänen zu gelangen.

Zusammenwirken der Module

Wichtig ist zu wissen, dass alle Module einwandfrei arbeiten. Deshalb werden sie geprüft.

Jede Antenne muss einem 2-m-Empfänger ein gutes Signal liefern. Beim Abklemmen der Versorgungsspannung (nebenbei Stromaufnahme prüfen) muss dann die S-Anzeige um einige Stufen (typisch drei bis vier) abfallen. Gleiche Kollektor-Emitter-Spannungen sind für diese Stufen aber wichtiger als gleiche Ströme.

Möglichst sollte man auch den „Gewinn“ dieser Mini-Dipol-Antennen durch Vergleich mit einem herkömmlichen Dipol abschätzen.

Den Umschalter kann man separat z.B. durch Anlegen von 9 V mit wechselnder Polarität und Messen der Stromaufnahme prüfen. Sie sollte etwa je 10 mA betragen.

Zum Systemtest wird zwischen Umschalter und Peilzusatz, Klemme I6, ein beliebig langes Koaxialkabel geschaltet, ebenso zwischen Klemme I7 und Funkgerät. Hier kann auch RG58/U verwendet werden.

Zwischen Lautsprecherausgang des Funkgeräts und Klemme KL1 legt man geschirmtes Kabel. Die Lautstärke am Funkgerät sollte ausreichend, aber nicht zu hoch sein (ausprobieren). Die Rauschsperrung kann ganz geöffnet werden.

Störmodulationen abseits der Umschaltfrequenz werden vom phasenempfindlichen Gleichrichter weitgehend unterdrückt.

Zuerst sollte man das örtliche Relais anpeilen, ohne dass dabei Gebäude, Berge oder Hochspannungsleitungen stören können.

Das Mithören der NF aus dem Funkgerät kann auch sehr aufschlussreich sein, hört man doch die Umschaltfrequenz, die das Empfangssignal phasenmoduliert. Dieser Ton hat

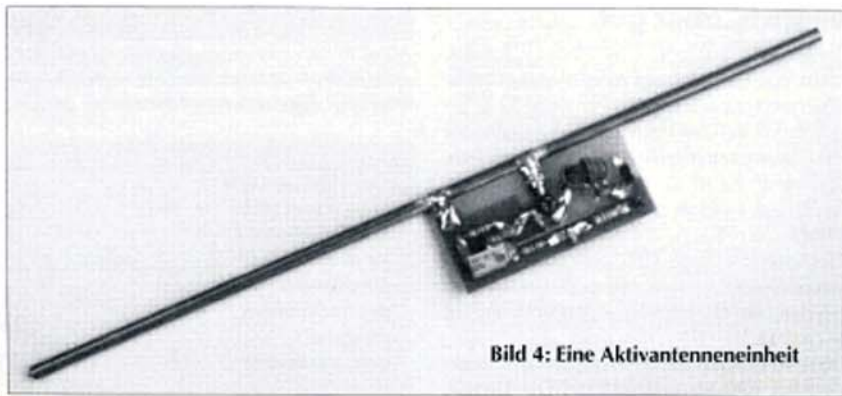


Bild 4: Eine Aktivantenneneinheit

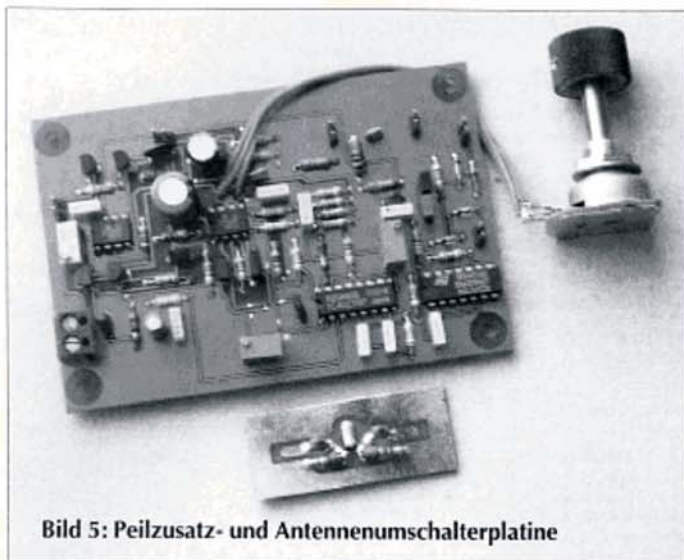


Bild 5: Peilzusatz- und Antennenumschalterplatine

minimale Lautstärke, wenn beide Antennen genau gleich weit vom Sender entfernt sind. Von der Lage der Steckbrücke J5 hängt es ab, wie das Instrument auf Drehung des Antennensystems reagiert. Beide Möglichkeiten machen Sinn.

Im Nahbereich – durch Senkung des Diodenstroms mit Zusatzwiderständen kann hier die Einfügedämpfung vergrößert werden – und bei guten Feldstärkeverhältnissen zeigt sich die Überlegenheit des Phasenpeilers besonders.

Zu beachten ist noch die Doppeldeutigkeit der Anzeige. Drehen Sie der Peilrichtung den Rücken zu, und Sie finden wieder einen Nulldurchgang. Nur jetzt wandert der Zeiger bei leichter Drehung noch weiter aus. Es ist also ganz wichtig, anhand eines bekannten Senderstandorts diese Erfahrung zu machen. Und wie ist es mit dem Sendebetrieb? Ich rate stark davon ab, die PTT-Taste ist tabu!

Eigentlich wäre das Projekt fertig, wenn die Platinen fein säuberlich in Gehäusen eingebaut sind und eine geländegängige Konstruktion für die Halterung der Miniantennen nebst Umschalter gefunden ist.

Hier hat sich ein ca. 60 cm langes Stück Kabelkanal 60 × 40 mm zur Aufnahme der Antennen (selbst bei horizontaler Polarisation) und Umschalter bewährt. Als Griff dient mir ein abgeschnittener Tennisschläger. Das Handfunksprechgerät ist mittels Weckgummi am Griff befestigt. Damit gelang mir ein großer Achtungserfolg am OV-Abend, sogar mit Peilungen im Saale.

Arno H. Taruttis

E.-Kästner-Str. 5, 71717 Beilstein

E-Mail: Taruttis@aol.com

PR: DK3SS@DB0LX

Literatur

- [1] P. Bohrer: Foxhunt Radio Direction Finder, 73 Amateur Radio, July 1990, S. 9ff
- [2] G. West: Communications for survival, VHF Trackers, Popular Communications, January 1990, Seite 46ff
- [3] The ARRL Handbook 1997, Kap. 23, Time-Difference-of-Arrival, S. 23.64ff
- [4] H. Mazur: Phasenempfänger-Peilzusatz, CQ DL 6/98, S. 465f
- [5] Siemens-Datenblatt: Silicon PIN Diodes BAR 14-1
- [6] D. Geiser: Double-Ducky Direction Finder, The ARRL Antenna Book, 17th Edition, Kap.14, S. 17

Diese Seiten sind aus der CQ – DL 12 / 1999 und wurden von Arno DK 3 SS verfasst.