

horizontaler Rundstrahler mit vertikaler Polarisation ist. Sie empfängt sehr gut aus allen Richtungen, und sie empfängt besonders gut die meist vertikal polarisierten örtlichen Störungen.

Die *Beverage*-Antenne ist nicht besonders effektiv; dafür sorgen der Schluckwiderstand, die unvermeidlichen Erdverluste, die ohmschen Leiterverluste des relativ dünnen und langen Antennendrahtes, die dielektrischen Verluste an den vielen erforderlichen Stützisolatoren und die geringe Aufbauhöhe. Für den Sendefall müßte man daher mit weit mehr als 50% Leistungsverlust rechnen. Wertet man aber die Strahlungseigenschaften der Beverage für den Empfang aus, zeigt sich eine einseitig gerichtete, horizontal polarisierte, scharf gebündelte Richtcharakteristik mit flachem Erhebungswinkel. Das bedeutet, daß alle Strahlungen, die nicht aus der Hauptempfangsrichtung kommen, wirksam unterdrückt werden. Europa-QRM und örtlicher Störpegel fallen deshalb stark ab, und selbst atmosphärische Störungen werden richtungselektiv verringert. Die unter kleinem Erhebungswinkel einfallenden DX-Signale erscheinen verstärkt, und insgesamt ergibt sich daraus ein großer Störabstand, auf den allein es beim Empfang im 80- und 40-m-Band ankommt. Man darf außerdem erwarten, daß die Beverage-Antenne bestimmte Empfangsschwunderscheinungen mildert oder sogar ganz aufhebt. In [1] und [2] werden die *Beverage*-Antenne und ihr Einsatz im Amateurfunk ausführlicher behandelt.

12.2. Die T 2 FD-Antenne

Ein abgeschlossener, geneigter Faltdipol ist unter der Bezeichnung *T 2 FD-Antenne* bekannt geworden und nicht nur bei kommerziellen Diensten beliebt. *T 2 FD* entspricht *TTFD*, und diese Abkürzung entstammt dem Englischen (*Tilted Terminated Folded Dipole*), was schräger abgeschlossener Faltdipol bedeutet. Teilweise spricht man auch von einer *W 3 HH*-Antenne, weil sie von *W 3 HH* propagiert wurde.

Die in Bild 12.3 dargestellte *T 2 FD*-Antenne hat eine Längenausdehnung von nur $\lambda/3$, bezogen auf die niedrigste Verwendungsfrequenz. Da sie mit einem Neigungswinkel von etwa 30° aufgebaut wird, verringert sich der Platzbedarf noch etwas. Außerdem werden nur ein etwa

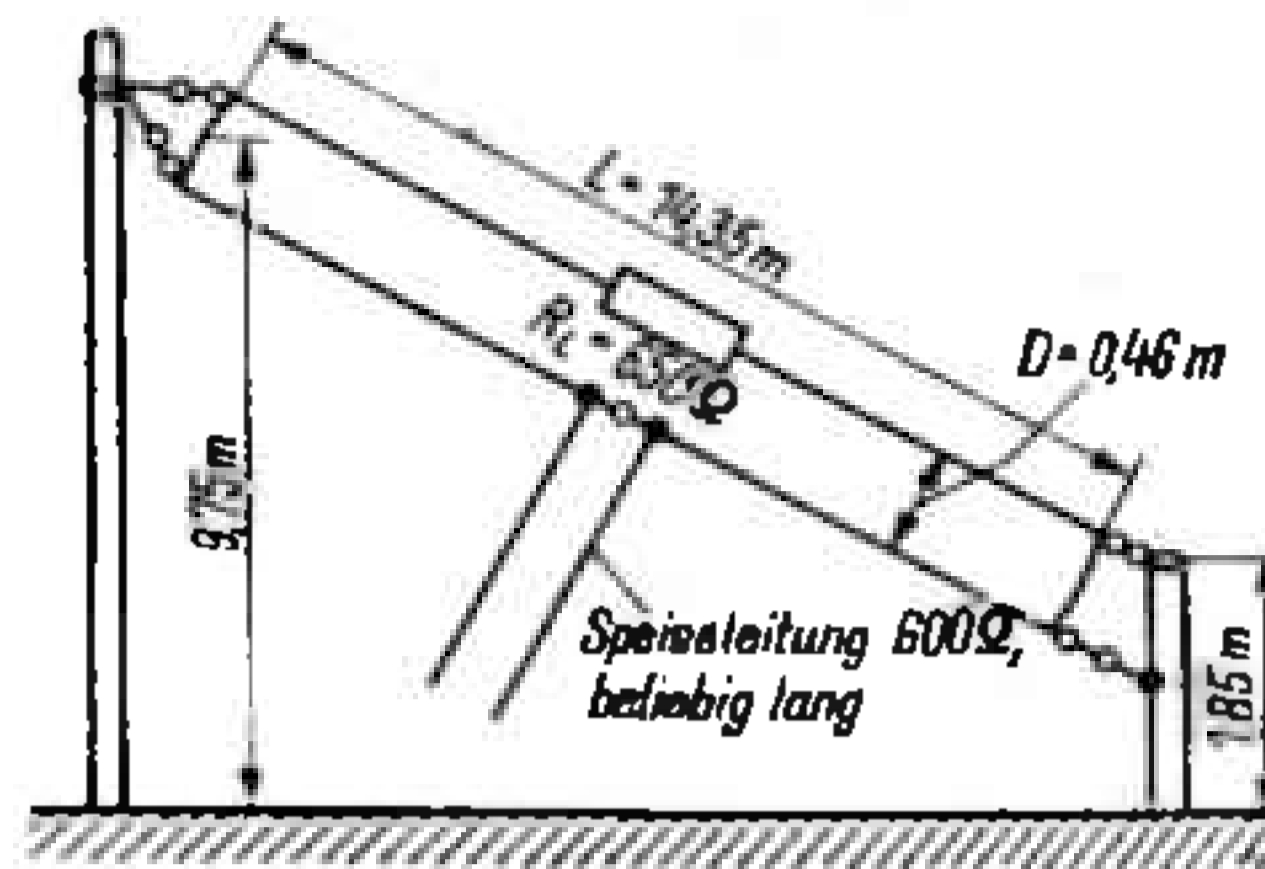


Bild 12.3
Die *T 2 FD*-Antenne nach *W 3 HH*

10 m langer Mast und ein kurzer Maststummel von 1,85 m freier Länge für die Montage benötigt.

Bestechend ist die große Bandbreite des aperiodischen Strahlers mit einem Frequenzverhältnis von etwa 1:5. Bemißt man ihn z. B. für eine niedrigste Frequenz von 7000 kHz, so beträgt die Spannweite 14,35 m, und man kann die Antenne für die Amateurbänder 40, 20, 15 und 10 m einsetzen. Eine *T 2 FD* für 80 m läßt sich mit gleichem Erfolg auch für 40 und 20 m benutzen. Es handelt sich dabei nicht um eine Harmonischenresonanz, sondern um die natürliche Bandbreite. Das bedeutet, daß die *T 2 FD* für alle dazwischenliegenden Frequenzen ebenso brauchbar ist, ein Vorzug, der besonders auch von kommerziellen Stationen mit häufigem Frequenzwechsel geschätzt wird.

Mit dem vorgeschriebenen Neigungswinkel strahlt die Antenne omnidirektional, sie ist also nach vielen Richtungen wirksam. Das Strahlungsdiagramm zeigt keine Rundcharakteristik, aber auch keine eindeutige Hauptstrahlrichtung. Es hat vielmehr einige breite Strahlungslappen, viele Nebenzipfel, jedoch keine ausgeprägten Nullstellen. Die *T 2 FD* kann deshalb nach fast allen Richtungen mit annähernd gleichem Ergebnis arbeiten. In gleicher Weise ist sie auch als Empfangsantenne geeignet.

Über den absoluten Gewinn einer *T 2 FD* wurden bisher keine konkreten Werte angegeben. Es liegen jedoch (auch von kommerziellen Diensten) Vergleichswerte vor, die erkennen lassen, daß sie mit einem Halbwellendipol bzw. einem Doublet verglichen werden kann. In vielen Fällen war das Signal um 2 und mehr S-Stufen besser als das der abgestimmten Vergleichsantenne. Solche Ergebnisse decken sich kaum mit der herkömmlichen Theorie.

Diese Feststellung sollte jedoch nicht davon abhalten, einmal eine T2FD zu erproben.

Die in Bild 12.3 dargestellte T2FD-Antenne weist die von *W3HH* angegebenen Abmessungen auf. Sie ist für das 40-m-Band dimensioniert, ihre Bandbreite erstreckt sich von 7 bis 35 MHz (1 : 5). Mit einem geringen Leistungsverlust arbeitet sie auch noch auf 80 m zufriedenstellend. Wenn volle Leistung für den 80-m-Betrieb gewünscht wird, können die in Bild 12.3 angegebenen Längen und Abstände verdoppelt werden.

Grundsätzlich beträgt die Länge $L = \lambda/3$ bezogen auf die niedrigste Arbeitsfrequenz, d.h.

$$L/m = \frac{100}{f/\text{MHz}} \quad (12.1.)$$

Der Abstand D beträgt optimal $\lambda/100$ und wird errechnet

$$D/m = \frac{3}{f/\text{MHz}} \quad (12.2.)$$

Der Neigungswinkel der schräg aufgehängten Antenne soll 30° betragen; Abweichungen bis 20° bzw. 40° sind noch zulässig.

Es können Speiseleitungen mit 300 bis 600 Ω Wellenwiderstand verwendet werden. Besonders günstig, weil verlustarm, sind luftisolierte Zweidrahtleitungen (»Hühnerleitern«), deren Wellenwiderstand sich nach Bild 5.4 ermitteln läßt. Auch UKW-Bandleitung kann man einsetzen.

Der Abschlußwiderstand ist das wichtigste und am schwierigsten zu beschaffende Bauteil der Antenne. Er muß induktionsfrei und kapazitätsarm sein, d.h., daß er innerhalb des Arbeitsfrequenzbereiches der Antenne keine nennenswerten Blindanteile aufweisen darf. Drahtgewickelte Widerstände sind deshalb unbrauchbar. Im Sendefall muß der Widerstand mindestens 35% der von der Endstufe abgegebenen HF-Leistung in Wärme umsetzen können. Für einen 100-W-Sender käme deshalb ein Typ mit 35 W Belastbarkeit in Frage. Wird die Antenne nur für Empfangszwecke eingesetzt, entfällt selbstverständlich die Belastbarkeitsforderung, und es kann jeder beliebige Schichtwiderstand (möglichst ungewendelt) entsprechenden Widerstandswertes eingesetzt werden.

Der Wert des Schluckwiderstandes ist gleich dem Wellenwiderstand der beliebig langen

Speiseleitung. Eine 600- Ω -Leitung verlangt einen Abschlußwiderstand von ebenfalls 600 Ω . Praktische Versuche haben jedoch ergeben, daß es besonders günstig ist, wenn der Abschlußwiderstand etwas größer gewählt wird.

Wellenwiderstände $< 300 \Omega$ sind für die Speiseleitung nicht zu empfehlen, da dann der optimale Wert des Abschlußwiderstandes sehr kritisch wird.

Wellenwiderstand der Speiseleitung in Ω	Optimaler Abschlußwiderstand in Ω
600	650
450	500
300	390

Im Gegensatz zu obigen Angaben ermittelte *DK9FN* einen optimalen Abschlußwiderstand von 340 Ω , wenn die T2FD über einen Ringkern-Balun 6 : 1 mit einem 75- Ω -Koaxialkabel gespeist wird. Im praktischen Versuch war die T2FD, verglichen mit einem abgestimmten Dipol, jeweils um 1 bis 2 S-Stufen im Nachteil.

Die angepaßte Speiseleitung läßt sich über eine Koppelspule direkt an den Tankkreis der Sender-Endstufe ankoppeln. Bei einer 600- Ω -Speiseleitung werden 6 Wdg. für 40- und 80-m-Betrieb angegeben, für den 20-m-Betrieb genügen 3 Wdg. Da eine T2FD-Antenne wegen ihrer sehr großen Frequenzbandbreite auch alle Ober- und Nebenwellen unvermindert abstrahlen kann, ist es aus Gründen der Störungssicherheit besser, wenn eine selektive Ankopplungsschaltung gewählt wird. Die Ankopplung nach Bild 8.8 eignet sich für alle angepaßten symmetrischen Leitungen und ist besonders zu empfehlen. Wenn man am Speisepunkt einen Ringkern-Balun-Übertrager nach Abschnitt 7.7.3. einsetzt und dessen Übersetzungsverhältnis mit 8 : 1 wählt, kann die T2FD-Antenne über ein beliebig langes Koaxialkabel erregt werden.

Zur mechanischen Abstützung und Wahrung der Parallelität der Faltdipolleiter können zusätzliche Querstützen eingefügt werden. Da an keinem Punkt der Antenne Spannungsspitzen auftreten, müssen diese Stützen nicht besonders verlustarm sein. Imprägnierte Rundhölzer (in Paraffin auskochen!), Bambusstäbe, Kunststoffstreifen usw. sind ausreichend.