18.11.4. Eine Mehrband-Delta-Loop-Kombination

Eine sehr leistungsfähige Mehrbandantenne für die Amateurbänder 160 m, 80 m, und 40 m wird von *W2EGH* als *Inverted Dipole Delta Loop* beschrieben [4]. Wie Bild 18.48 zeigt, handelt es sich um eine Ganzwellenschleife für 80 m in Dreieckform (Delta-Loop), die entgegen der üblichen Aufbauweise mit der dem Speisepunkt *X-X* gegenüberliegnden Seite parallel zur Erdoberfläche verläuft. Dem Speisepunkt *X-X* ist außerdem noch ein geneigter Dipol für 80 m parallelgeschaltet. Für den Betrieb im 160-m-Band wird die waagrechte Seite in der Mitte bei Z-Z aufgetrennt, und es entsteht ein abgeknickter Halbwellendipol voller Länge für 160 m. Für das 40-m-Band hat der Dipol annähernd Ganzwellenresonanz, während die ihm parallelgeschaltete Delta-Schleife mit einer bei *Z-Z* eingeschalteten Verlängerungsspule in 2λ-Resonanz kommt.

Bild 18.48 zeigt die Originalabmessungen nach *W2EGH*. Die Hauptvorzüge dieser Antennenform bestehen darin, daß sie sich bei mäßigem Aufwand durch einfaches Umschalten für die 3 »langwelligen« Amateurbänder benutzen läßt und mit einem beliebig langen 50-Ω-Koaxialkabel direkt erregt werden kann. Die Frequenzbandbreite der Antenne ist relativ groß, das Stehwellenverhältnis steigt an den Bandgrenzen nur bis maximal 1,5 : 1 an. *W2EGH* erzielte mit diesem Strahler ausgezeichnete Ergebnisse, die auch in einem umfangreichen Erfahrungsbericht von *DL8FP* [5] voll bestätigt wurden.

Die »umgekehrte« Delta-Schleife benötigt einen Tragmast von 14 m Höhe – gerechnet ab Erdoberfläche – sowie 2 Hilfsmaste je 4 bis 5 m hoch. Umliegende Gebäude oder Bäume können als Stützpunkte genutzt werden. Die untere Seite des Dreiecks verläuft in 3 m Höhe parallel zum Erdboden. Beim Unterschreiten dieses Wertes würden sich Resonanzlage, Speisepunktwiderstand und Wirkungsgrad der Antenne verändern. Da bei dieser Strahleranordnung eine Reihe neuer Überlegungen zum Thema Mehrbandantennen erfolgreich verwirklicht wurden, lohnt es sich, auf die Theorie dieser Bauform näher einzugehen.

Wie aus Bild 18.48 hervorgeht, beträgt das Verhältnis der waagrechten Länge (≈ 37 m) zur Länge eines der beiden geneigten Abschnitte (21,34 m) etwa 1,73 : 1. Somit nähert sich diese Delta-Schleife der Form eines Faltdipols, woraus sich die Konsequenz ergibt, daß der Fußpunktwiderstand gegenüber einem »echten« Delta-Loop ansteigt. Der Speisepunktwiderstand *X-X* dürfte in diesem Fall bei 160 Ω liegen. Das ist für Mehrbandsysteme

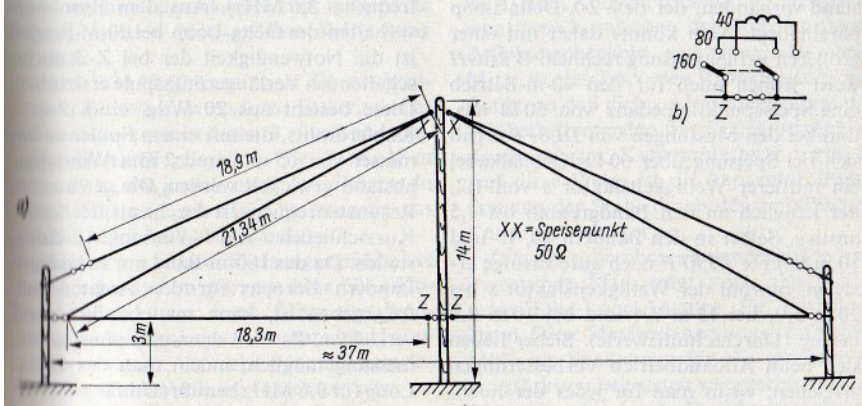

Bild 18.48
Inverted Dipol-Delta Loop für 160 m, 80 m und 40 m;
a – Aufbau mit Bemessungsangaben nach *W2EGH*, b – Einzelheiten der Umschalteinrichtung

ein recht ungeeigneter Wert, denn man möchte möglichst für alle Bänder mit einem gemeinsamen 50-Ω-Speisekabel auskommen. *W2EGH* fand die einfache Lösung des Problems, indem er dem Speisepunkt *X-X* einen geeigneten Halbwellendipol parallelschaltet. Da ein sehr schlanker Drahtdipol für 80 m einen Fußpunktwiderstand von 65 Ω aufweist, ergibt sich aus der Parallelschaltung mit dem Delta-Loop ein resultierender Widerstand von

$$\frac{65\,\Omega \cdot 160\,\Omega}{65\,\Omega + 160\,\Omega} = 46{,}2\,\Omega.$$

Somit ist Anpassung an ein 50-Ω-Kabel vorhanden (*s* etwa 1,08). Der parallele Dipol vergrößert die Bandbreite der Antenne, besonders wenn man seine Resonanzfrequenz gegenüber der des Delta-Loop etwas versetzt (z. B. Dipol 3600 kHz, Delta-Loop 3700 kHz oder umgekehrt.)

Aber auch eine verbesserte Abstrahlung ist zu erwarten, denn man hat insgesamt 1,5λ Drahtlänge bei 80 m »in der Luft«. Wird die Verbindung Z-Z geöffnet, um die Antenne als Halbwellendipol für 160 m zu benutzen, stört der 80-m-Dipol nicht, er bildet lediglich eine kapazitive Belastung und beeinflußt den Fußpunktwiderstand kaum. Für den 40-m-Betrieb ist ein Ganzwellendipol mit hohem Fußpunktwiderstand vorhanden, der dem 2-λ-Delta-Loop parallelliegt. Man könnte daher mit einer größeren Fehlanpassung rechnen. *W2EGH* weist jedoch auch für den 40-m-Betrieb eine Speisepunktimpedanz von 50 Ω aus, und bei den Messungen von *DL8FP* ergab sich bei Speisung über 60-Ω-Koaxialkabel ein mittlerer Welligkeitsfaktor *s* von 1,2, der lediglich an den Bandgrenzen bis 1,5 anstieg. Selbst in den Bändern 20, 15 und 10 m konnte *DL8FP* noch gute Erfolge erzielen, obwohl der Welligkeitsfaktor *s* bei 20 m 1,9, bei 15 m 2,4 und bei 10 m 2,8 betrug (Durchschnittswerte). Sicher ließen sich beim Allbandbetrieb Verbesserungen erreichen, wenn man für jedes der hochfrequenten Amateurbänder zusätzlich einen Halbwellendipol bei *X-X* parallelschalten würde.

Nach den Meßergebnissen von *W2EGH* stellen sich bei der Antenne nach Bild 18.48 folgende Einzelresonanzen ein:

—80-m-Delta-Loop: 3,7 MHz,

$$\text{entsprechend } L/_{\mathrm{m}} = \frac{293{,}34}{f/_{\mathrm{MHz}}}\,; \qquad (18.1.)$$

—80-m-Halbwellendipol: 3,9 MHz,

$$\text{entsprechend } L/_{\mathrm{m}} = \frac{147{,}4}{f/_{\mathrm{MHz}}}\,; \qquad (18.2.)$$

—40-m-2-λ-Delta-Loop: 4,7 MHz,

$$\text{entsprechend } L/_{\mathrm{m}} = \frac{586{,}7}{f/_{\mathrm{MHz}}}\,; \qquad (18.3.)$$

—160-m-Halbwellendipol: 1,825 MHz,

$$\text{entsprechend } L/_{\mathrm{m}} = \frac{144{,}7}{f/_{\mathrm{MHz}}}\,; \qquad (18.4.)$$

bezeichnet den Gesamtumfang des Delta-Loop bzw. die Gesamtlänge der Halbwellendipole. Die Bemessungsgleichungen wurden aus den Meßergebnissen rechnerisch abgeleitet.

Die Bemessung des 80-m-Zusatzdipols mit 3,9 MHz ist für Europa ungeeignet, man sollte beim Nachbau die Dipolhälften auf je 20,45 m verlängern (Resonanzfrequenz 3,6 MHz). Aus dem Resonanzverhalten des Delta-Loop bei 40-m-Betrieb ist die Notwendigkeit der bei Z-Z einzuschaltenden Verlängerungsspule ersichtlich. Diese besteht aus 20 Wdg. eines 2-mm-Kupferdrahts, die mit einem Spulendurchmesser von 65 mm und 2 mm Windungsabstand gewickelt werden. Die gewünschte Resonanzfrequenz ist durch entsprechendes Kurzschließen von Windungen einzustellen. Da das 160-m-Band nur in wenigen Ländern Europas für den Amateurfunk freigegeben ist, kann man häufig darauf verzichten. Es wird dann eine günstige Bemessung möglich, indem man das Delta-Loop für 3,6 MHz bemißt (Umfang 81,5 m) und den Zusatzdipol für 3,7 MHz auslegt (Schenkellängen 2 × 19,9 m). Für den 40-m-Betrieb ergibt sich dann eine 2-λ-Resonanz von 7,2 MHz, so daß man nur eine kleine Spule benötigt, um für 40 m in Bandmittenresonanz zu kommen. Diese Spule hat für 80 m nur eine geringe Verlängerungswirkung, so daß eine Umschaltung bei Z-Z wahrscheinlich ganz entfallen könnte (Verlängerungsspule fest eingebaut).

Mit etwas Experimentieren dürfte es möglich sein, dieses Delta-Loop nach dem Prinzip der *DL7AB*-Antenne (s. Abschnitt 11.3.) zu einem für alle Amateurbänder optimal angepaßten Strahler zu erweitern. Die vorgegebenen Bemessungsgleichungen erlauben es, die Antenne auch für andere Frequenzen umzurechnen. Ist mit einer feststehenden Masthöhe zu rechnen, gelingt es auch ohne Mathematik, nur mit Millimeterpapier und Zirkel, die Dimensionen einer Inverted-Dipol-Delta-Loop durch maßstäbliches Auftragen zu ermitteln.