

Grundplane 80m-Monoband L-Antenne

0. Allgemein

Die nachfolgenden Notizen beschreiben den Aufbau und die Tests an einer 80m-Monobandantenne, ausgeführt als Groundplane und mit einem Strahler in L-Form. Ursprünglich bestand lediglich die Absicht für die Montage eines „Drahtes“ von ca. 20m Länge entsprechend örtlichen Bedingungen, entstanden ist dann aber eine Antenne mit positiven Testergebnissen.

Eine Groundplane benötigt ein Erd- bzw. Radialsystem. Es war deshalb von besonderem Interesse, den Einfluß eines Erd- und Radialsystems einzuschätzen, oder auch die Fragestellung: „wieviel Ground benötigt eine Groundplane“.

Die Arbeiten zu Entwurf, EZNEC-Simulation und Messungen wurden von Ulrich, DL2KWW, unterstützt.

1. Dimensionierung und Aufbau

Bild 1 zeigt die Geometrie der Antenne. Der Strahler hat die elektrische Länge von $1/4 \cdot \lambda$ und ist in L-Form ausgeführt. Die Begründung für diese L-Form bestand allein in den konkret vorliegenden Montagebedingungen.

Das Ground System besteht aus bereits vorhandenen zwei Erdleitungen (10 mm Eisen, verzinkt) und zusätzlich ausgelegten Radials. Das Ground System bildet gewissermaßen einen Halbkreis in Bezug auf den zentralen Speisepunkt und in Richtung des horizontalen Teils des Strahlers. Die Erdleitungen befinden sich in ca. 20cm Tiefe im Erdreich, die Radials sind in einfacher Weise auf der Grasnarbe ausgelegt.

Für den Resonanzabgleich des $\lambda/4$ -Strahlers bestehen keine Besonderheiten. In üblicher Weise wird f_0 bei $X=0$ der Eingangsimpedanz im Speisepunkt bestimmt. Korrekturen zu f_0 erfolgen mit Änderungen der mechanischen Länge am horizontalen Teil, ggf. auch durch Einfügen von geringfügigen induktiven oder kapazitiven Komponenten direkt am Speisepunkt in den vertikalen Teil des Strahlers, die mechanische Länge für $\lambda/4$ sollte prinzipiell erhalten bleiben (low base-loaded!). Einzelheiten zu Dimensionierungen sind in der entsprechenden Literatur ausreichend beschrieben.

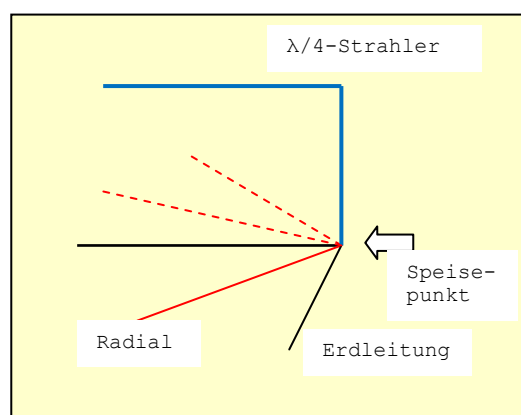


Bild 1: Geometrie

2. Strahlungseigenschaft

Eine Groundplane mit einem Strahler in L-Form muß gegenüber einem vollständigen vertikalen $\lambda/4$ -Strahler (Full-size) zunächst als ein Kompromiß betrachtet werden, aber wer kann schon so ohne Weiteres einen Tragemast von 20m Höhe installieren. Sicher ist, das Maximum der Stromverteilung befindet sich im vertikalen Teil, deshalb kann von einer vertikal polarisierten Strahlung und Rundcharakteristik mit Anteilen horizontaler Polarisation ausgegangen werden.

Die EZNEC-Simulation (DL2KWW) für einen Modellfall zeigen Bild 2 und Bild 3. Ausgangsdaten: vertikaler Teil 5,78m, horizontaler Teil 13,5m, dicker Erdleiter 14m, Länge der ausgelegten Radials 8,5m:

Bild 2

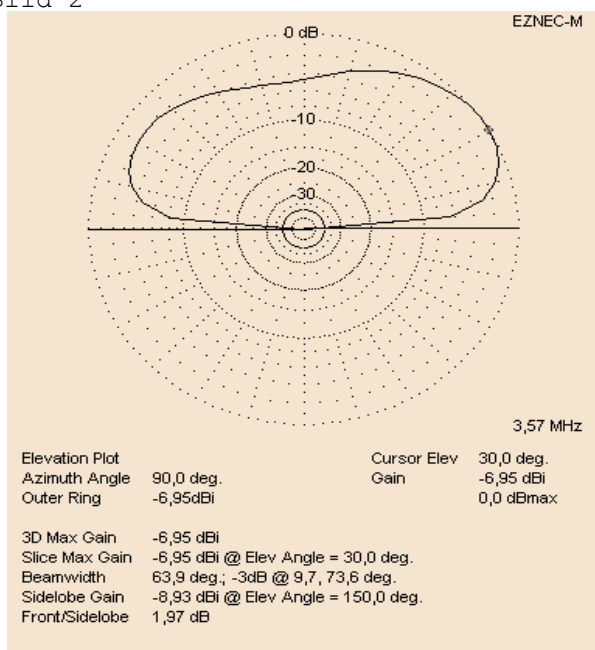
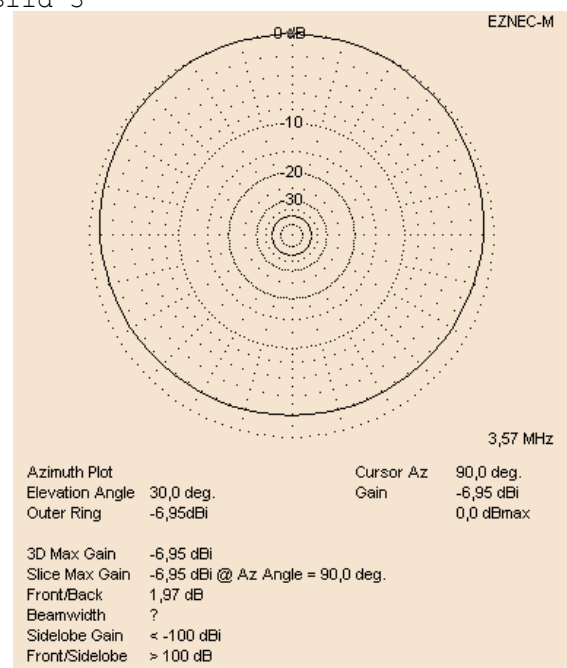


Bild 3



Die erwartete Rundstrahlcharakteristik ergibt sich aus Bild 3. Das Elevation Plot Bild 2 zeigt eine gewisse Unsymmetrie mit der Hauptstrahlung in Richtung des angeordneten Ground System (Erdleiter, Radial). Als positiv zu erkennen ist der vertikale Abstrahlwinkel von 30 Grad (Cursor Elev.), die Antenne ist kein Steilstrahler mehr.

Die Ausgangsdaten für diesen Modellfall sind nicht identisch mit der realisierten End-Testversion der Antenne, die Simulation ergibt aber einen Ausblick, was zu erwarten ist.

3. Experimental Tests of Ground System

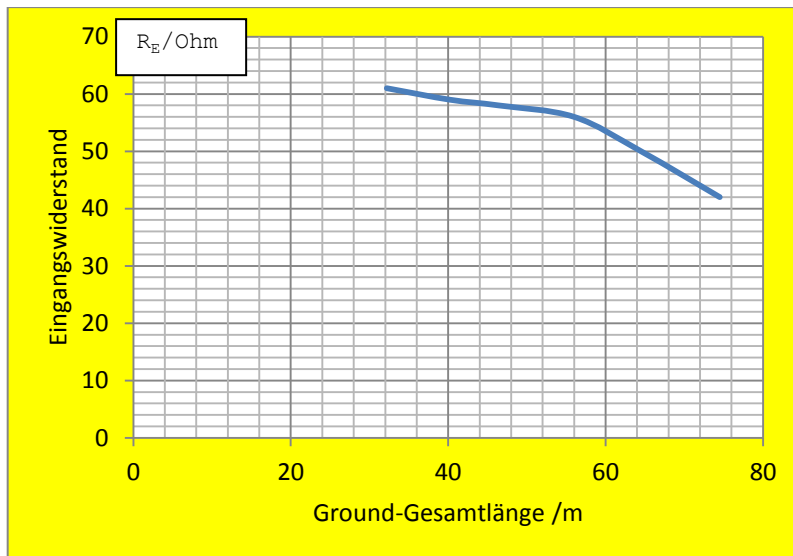
3.1 Tests zum Erd-und Radialsystems

Die Geometrie der Antenne entspricht Bild 1. Wie bereits beschrieben, besteht das Ground System aus zwei bereits vorhandenen Erdleitungen mit einer Gesamtlänge von 32,2 m und weiteren verlegten fünf Radials. Die Radials haben unterschiedliche Längen, aber jeweils kleiner als $\lambda/4$.

Anmerkung: Im Gegensatz zu [2] wird die Bezeichnung „Radial“ beibehalten, auch wenn diese eine Länge von $\neq \lambda/4$ haben. Eine einschränkende Definition ist nicht sinnvoll.

Der Test erfolgt in der Weise, daß zum „Zero-Ground“ (vorhandene Erdleitungen) schrittweise die Radials #1 bis #5 montiert werden. Gemessen wird jeweils der Eingangswiderstand R_E bei $jX=0$ am Speisepunkt der Antenne. Die f_0 -Resonanz hat dabei eine Variation von ≤ 50 kHz. Bei der max. Gesamtlänge der Erdleitungen und Radials wird der Wert $R_E = 42$ Ohm erreicht (Bild 4).

Anmerkung: Es wird vermerkt, daß im umfangreichen Quellenmaterial, z.B. [1], für die Variable die Anzahl der Radials gewählt wird. Im eigenen konkreten Fall mußte die Länge der Erd-u.Radialleitungen als Variable benutzt werden. Die Ergebnisse stimmen tendenziell überein.



Länge/m	R_E /Ohm
32,2	61
40,2	59
46,4	58
56	56
64,5	50
74,5	42

Bild 4

3.2 Quantitative Bewertung

Der Eingangswiderstand R_E im Speisepunkt setzt sich zusammen aus den Anteilen:
 R_S = Strahlungswiderstand, R_L = ohmscher Widerstand des Erd-und Radialsystem,
 R_G = Verluste im Nahfeld der Antenne (bes. nahes Erdfeld).
 $R_E = R_S + R_L + R_G$, R_L und R_G werden zusammengefaßt zu R_V (Verlustwiderstand).

$$R_E = R_S + R_V, \quad R_S = R_E - R_V \quad (1)$$

Diese Beziehungen können explizit nicht aufgelöst werden, weil die Relation zwischen R_S und R_V durch eine einfache Messung von R_E nicht ermittelt werden kann.

Bewertet werden kann aber die relative Verbesserung des Wirkungsgrades η durch die schrittweise Vergrößerung der Ground-Gesamtlänge (Bild 4):

$$\text{Wirkungsgrad } \eta \text{ allg.: } \eta = R_S / (R_S + R_V) \quad (2)$$

$$\text{Bei der Länge 32,2 m, (nur Erdleitungen):} \quad \Rightarrow R_{E1} \quad (3)$$

$$\text{Bei der Länge 74,5 m, (Erdleitungen+ max. Radials):} \quad \Rightarrow R_{E2} \quad (3)$$

Mit (1), (2) und (3) folgt: $\eta_1/\eta_2 = 10 \cdot \log R_{E2}/R_{E1} = 10 \cdot \log 42/61 = -1,62$ dB

Verbesserung des Wirkungsgrades durch Installation der Radials: 1,62 dB.

4. Summe

Die Ausführung eines $\lambda/4$ -Strahlers in L-Form ist in Hinsicht auf die Berücksichtigung gegebener Montagebedingungen ein durchaus tragbarer Kompromiß und prinzipiell besser als ein kurzer Strahler $\ll \lambda/4$, der dann top-loaded oder based-loaded anzupassen/auszuführen ist.

Ein $\lambda/4$ -Strahler wird grundsätzlich besser sein als ein Dipol in geringer Montagehöhe über Grund.

Die Frage "How many radials or ground does my vertical really need ?" ist quantitativ nicht so schnell zu beantworten. Die Antwort „so viel wie möglich“ ist mit hohem Aufwand verbunden und mit Sicherheit nicht das Optimum zwischen Aufwand und Effekt.

Aus dem hier beschriebenen Test kann abgeleitet werden, daß das Ground System mit einem Mindestaufwand ausgeführt werden muß und auch meßtechnisch kontrollierbar ist. Das o.g. Ergebnis unter Pkt.3.2 von 1,6 dB bedeutet zumindest eine Verbesserung der Leistungsabstrahlung um den Faktor ca. 1,4.

Quellen:

- [1] R.Sevems, N6LF, Design of radial ground systems
- [2] G.Janzen, Effiziente Vertikalantenne für fünf Bänder, CQ DL 12-2013
- [3] Al Christman, K3LC, Maximum-Gain Radial Ground Systems for Vertical Antennas
- [4] W.Fair, W5ALT, Antenna Notes for a Dummy, www.comportco.com