

T – Antenne für das 160 m Band

Mitteilungen aus dem Institut
für Umwelttechnik, Nonnweiler-Saar
Dr. Schau, DL3LH

Vorwort

An Vertikalantennen, bei denen die Antennenlänge kleiner als ein Viertel der Wellenlänge ist, bringt man an der Spitze der Antenne eine zusätzliche Kapazität gegen Erde an, um ein möglichst großes Strommoment zu erhalten. Die kapazitive Belastung verlängert die Antenne und man erhält günstigere Fußpunktwidestände. Als kapazitive Belastung am Kopfpunkt kann eine Kugel, eine Kreisscheibe, ein Leiterstern oder eine einfache T-Anordnung gewählt werden. Hier sei auf die Literatur /5/ verwiesen. Wird vor einer Endkapazität noch eine Endinduktivität placiert, so kann die verlängernde Wirkung der Dachkapazität vergrößert werden.

Naturgemäß hat ein unbeschwerter Dipol für das 160 m Band eine Gesamtlänge von rund 80 m und eine unbeschwerte vertikale Ausführung immerhin rund 40 m. Nur wenigen Amateuren ist es vergönnt solche Antennenanlagen zu realisieren, wie in Bild 1 gezeigt. Will man trotzdem in den Wintermonaten auf dem hochinteressanten 160 m Band „arbeiten“, ist man gezwungen kürzere Antennen zu installieren und diese durch geeignete Maßnahmen in Resonanz zu bringen, um die Verluste in der Anpassschaltung gering zu halten /2/.



Bild 1: Amateur-Antennenanlage für 80 und 160 m mit OM in luftiger Höhe. Der gesamte Turm ist auf einer Bergkristallkugel isoliert gelagert und kann mit 20 0/s gedreht werden.

1. Die T-Antenne mit Spitzenkapazität und vorgeschalter Induktivität

Die theoretischen Grundlagen für die verkürzende Wirkung einer Dachkapazität sind ausführlich in /5/ dargestellt und sollen hier nicht wiederholt werden. Man erreicht mit Drahtlängen des Daches von 10 m etwa eine Kopfkapazität von 45 pF. Eine Kreisscheibe von 1 m Durchmesser in 5 m Höhe hat über leitender Erde eine Kapazität von etwa 35 pF. Durch eine vorgeschaltete Induktivität kann die Spitzenkapazität theoretisch beliebig vergrößert werden. Sinnvoll ist etwa der Faktor 2 – 10, da mit dem Einfügen einer Induktivität auch die Verluste steigen und sich die Impedanzverhältnisse für die nachfolgende Anpassschaltung ungünstig verändern /2/. Der Wirkungsgrad einer solchen Anordnung ist mit einer Spulengüte von $Q = 300$ in der Größenordnung von $\eta = 50 \%$ und damit noch tragbar, wie Tab. 1 entnommen werden kann.

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
| Wirkungsgrad der Antenne % | 0.1 | 0.5 | 1.0 | 5 | 10 | 25 | 50 | 80 | 100 |
| Rückgang des S-Meters um Stufen (S-Stufe \equiv 6 dB) | 5 | 3.8 | 3.3 | 2.2 | 1.6 | 1 | 0.5 | 0.2 | 0 |

Tab. 1 Zusammenhang zwischen Strahlungswirkungsgrad und S-Meter Ausschlag

Tab. 1 soll nicht darüber täuschen, dass bei einem Strahlungswirkungsgrad von $\eta = 50 \%$ die Hälfte der teuer erzeugten Leistung allein in der Antenne in Wärme gewandelt wird. Der Gesamtwirkungsgrad ergibt sich aus dem Produkt der Wirkungsgrade der Komponenten im Signalfluss, (Koppler, Leitung, Balun) und ist damit noch geringer.

2. Praktische Ausführung einer T-Antenne mit Spitzeninduktivität

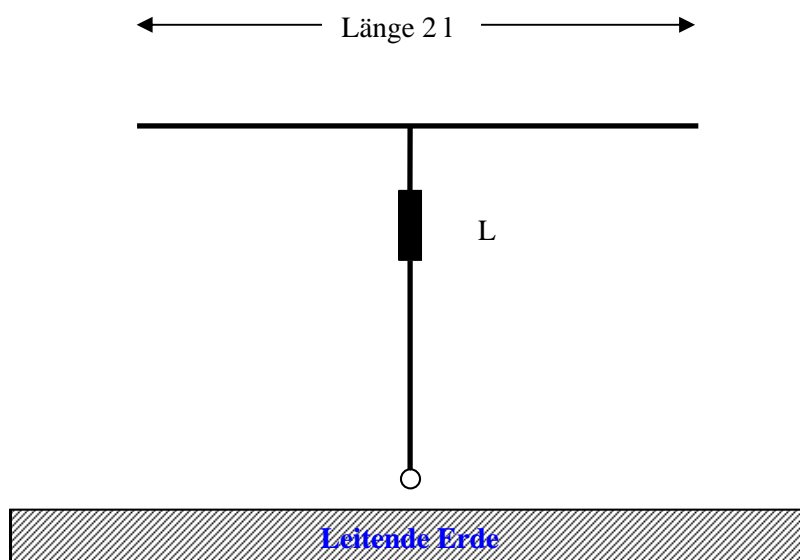


Bild 2: T-Antenne mit Spitzenkapazität und vorgeschalteter Induktivität L

Bei Antennen über leitender Erde wird Leistung nur in den oberen Halbraum abgestrahlt. Daher ist die abgestrahlte Leistung, der Strahlungswiderstand und die Feldstärke nur die Hälfte eines Hertzschen Dipols. Reale Antennen und Anpassschaltungen haben Verluste, die in der Rechnung

berücksichtigt werden müssen. Für alle Berechnungen sei realer Untergrund mit $\mu_r = 5$, $G = 20$ mS/m angenommen. Jede Vertikalantenne „lebt“ vom guten Untergrund, so auch diese 160 m Antenne. Im Zweifelsfall muss die Hochfrequenzeigenschaft des Bodens durch einen tiefen Rohrerder oder durch flache Erdnetze (Radials) verbessert werden. Die Kommerziellen verwenden bis zu 120 sternförmig angebrachte Radials mit einer Länge von $l = \lambda/4$. Der Erdwiderstand kann mit einfachen Mitteln gemessen werden [6] und muss so gering wie möglich sein, um die Verluste im Erdreich gering zu halten. Eine brauchbare Alternative ist der Tiefen-Erder direkt am Fußpunkt der Antenne. Mindesttiefe 5 m mit einem 1.5 “ Rohr.

3. Fußpunktimpedanzen der optimierten T-Antenne

Wird die in Bild 1 gezeigte Antenne für das 160 m Band auf niedrigstes VSWR bezogen auf 50Ω optimiert, so ergeben sich folgende Werte.

| Antennenlänge 2 l | Zuleitungslänge | Induktivität Q = 300 |
|-------------------|-----------------|----------------------|
| 2 x 8.47 m | 12.75 m | 42 μ H |

Tab. 2 Geometrische Werte der optimierten T-Antenne inkl. der Spitzeninduktivität

Die Impedanzen für Frequenzen im 160 m Band berechnen sich nach der Momenten-Methode mit dem Drahtdurchmesser $d = 2$ mm zu

| Frequenz f MHz | Fußpunktimpedanz $\underline{Z} = R \pm j X$ Ohm | Elevation Grad | Polarisation |
|-------------------|--------------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| 1.810 | 10 – j 70 | 25 | V |
| 1.840 | 11 – j 49 | 25 | V |
| 1.860 | 11 – j 33 | 25 | V |
| 1.880 | 11 – j 17 | 25 | V |
| 1.900 | 12 + j 0 | 25 | V |
| 1.920 | 12 + j 12 | 25 | V |
| 1.950 | 13 + j 35 | 25 | V |

Tab. 3 Impedanzen der optimierten Antenne für ausgesuchte Frequenzen im 160 m Band

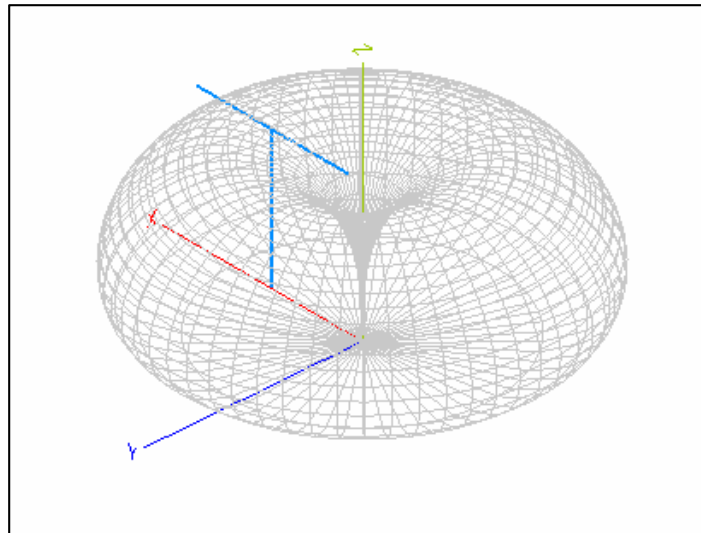


Bild 3: Räumliches Strahlungsdiagramm der 160 m T-Antenne – Rundstrahler

4. LC – Anpassnetzwerk - Dimensionierung

Für die Berechnung des Anpassnetzwerkes in LC-Ausführung ist eine Güte der Spule von 100 und für die Kapazitäten ein Q von 500 angenommen.

| Frequenz f / MHz | Fußpunktimpedanz $\underline{Z} = R + j X$ Ω | Induktivität μH | Kapazität pF | Anord- nung | Verluste nur im Netzwerk dB | Gesamtverlust Netzwerk+Kabel (siehe Text) dB |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1.810 | 10 – j 70 | 4,43 | 620 | Cs Lp | 0.44 | 0.60 |
| 1.840 | 11 – j 49 | 3.10 | 952 | Cs Lp | 0.29 | 0.45 |
| 1.860 | 11 – j 33 | 2.30 | 1622 | CsLp | 0.18 | 0.34 |
| 1.880 | 11 – j 17 | 2.27 | 1604 | CsLp | 0.18 | 0.34 |
| 1.900 | 12 + j 0 | 2.36 | 3875 | Lp Cs | 0.09 | 0.25 |
| 1.920 | 12 + j 12 | 2.34 | 2462 | Lp Cs | 0.10 | 0.26 |
| 1.950 | 13 + j 35 | 4.33 | 2872 | Ls Cp | 0.08 | 0.24 |

Tab. 4 Dimensionierung und Verluste der LC-Anpassschaltung für die berechnete 160 m Band T-Antenne

Die Transformation ist auf 50 Ω gerechnet. Der Index s, p bei der Induktivität und Kapazität bedeutet s für Serien-, p für Parallel-. Beispiel CsLp heißt von der 50 Ω Seite gesehen: Erst eine Serienkapazität, dann eine Parallelinduktivität. Je nach Bandabschnitt im 160 m Band muss eine Umschaltung erfolgen.

Die Verluste der LC-Anpassschaltung sind mit L = 0.44 dB als Maximalwert tragbar. Die Dämpfung der Zuleitung zum Sender mit einem 20 m langen RG-213 Kabel ist Lk = 0.16 dB. Für maximalen Verlustwert nach Tab. 4 von L = 0.44 dB ergibt sich ein Gesamtverlust von $T_L = (0.44 + 0.16)$ dB = 0.60 dB - oder anders ausgedrückt, wir haben im ungünstigsten Fall einen tragbaren

Gesamt-Leistungsverlust von rund 13 %. Die Anpassschaltung direkt am Fußpunkt der Antenne muss, wie oben beschrieben, eine gute Erde haben.

Würde das 20 m lange RG 213 Koaxkabel direkt an der Antenne verbaut um das Anpassnetzwerk bequem im Shack zu haben, ergeben sich folgenden Werte und Verluste:

| Frequenz f MHz | Fußpunktimpedanz $\underline{Z} = R \pm j X$ Ω | Induktivität μH | Kapazität pF | Anordnung | Gesamtverlust Netzwerk + Kabel dB |
|----------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------|-----------------------------------------|
| 1.810 | 10 – j 70 | 1.46 | 3539 | LpCs | 1.71 |
| 1.840 | 11 – j 49 | 1.26 | 4237 | LsCp | 1.21 |
| 1.860 | 11 – j 33 | 3.73 | 3185 | LsCp | 0.92 |
| 1.880 | 11 – j 17 | 5.33 | 2175 | LsCp | 0.73 |
| 1.900 | 12 + j 00 | 6.40 | 1350 | LsCp | 0.51 |
| 1.920 | 12 + j 12 | 7.42 | 871 | LsCp | 0.42 |
| 1.950 | 13 + j 35 | 8.22 | 162 | LsCp | 0.30 |

Tab. 5 Werte einer LC-Anpassschaltung im Shack mit 20 m Zuleitung RG 231 zur Antenne

Wie Tab. 5 zeigt, erhöhen sich die Verluste, wenn die Anpassschaltung nicht direkt am Fußpunkt der Antenne betrieben wird. Im ungünstigsten Fall haben wir einen Gesamtverlust von $T_L = 1.71$ dB oder rund 33 %. Auch in diesem Fall ist das Koaxkabel mit einer guten Erde zu verbinden (Tiefenerder oder Radials).

Die Anwendung eines Pi-Anpassnetzwerkes verbietet sich wegen der hohen Verluste und der höheren Kapazitätswerte. Besonders verlustreich sind T-Koppler. Hier sind bei gleichen Impedanzverhältnissen Dämpfungen von 4 bis 10 dB und mehr vorhanden /4/.

Zusammenfassung:

Die optimierte 160 m Antenne für „bescheidene“ Verhältnisse ist eine gute Möglichkeit auf diesem interessanten Band – vor allem in den Wintermonaten – qrv zu sein. Wenn auf 80 m nichts mehr geht, dann ist das 160 m Band eine willkommene Alternative. Natürlich kann man von dieser Antenne nicht DX-Qualitäten erwarten, dazu ist eine Antennenanlage nach Bild 1 oder den Bildern im Anhang erforderlich. In Hochhäusern kann gut und gerne das metallische Regenabflussrohr (muss isoliert gegen die Wand sein) für 160 m genutzt werden. Die Einzelsegmente sind zu verlöteten oder mit einer geeigneten Verbindung HF-tauglich zu machen – wenn erlaubt. Manchmal geht auch ein Fahnenmast - wenn vorhanden. Auch kann man einen vorhandenen Dipol zur T-Antenne umgestalten und zusätzlich für 160 m verwenden.



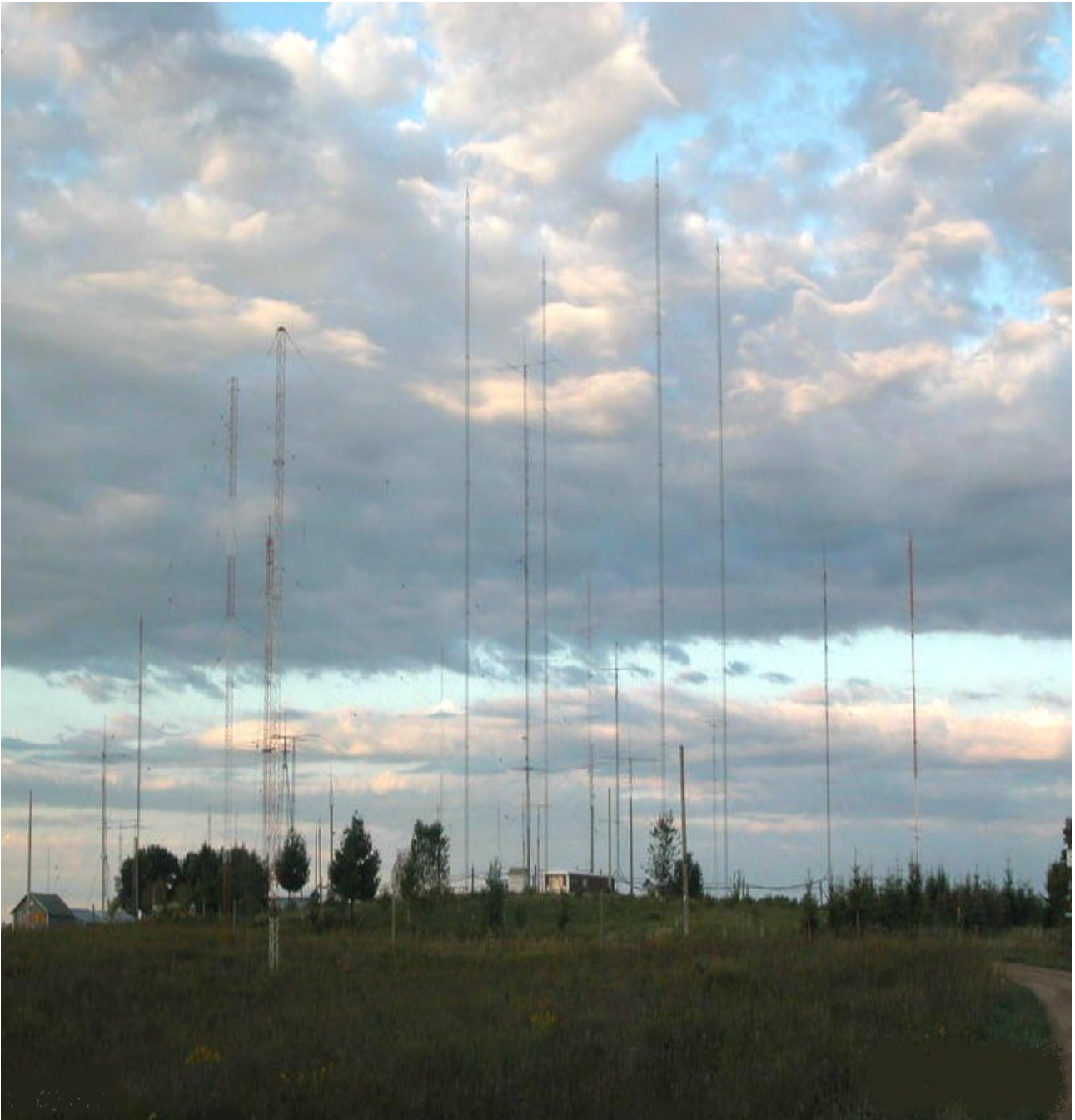
DL3LH, Walter
schau@rs-systems.info
www.rs-systems.info



Impressionen:

**Amateurfunkstelle für das 160 m Band. 5 Masten mit einer Höhe von je 40 m.
„ Dort erst beginnt 160 m Dxing “, sagt Klaus Neumann, DL8FR, Q02**





Antennenfarm 160 bis 10 m.



Reusenantenne für 160 m



Literatur :

- /1/ „ Mobilantennen “, Dr. Schau, DL3LH, www.ham-on-air.de
- /2/ „ Passive Netzwerke zur Anpassung “, Dr. Schau, DL3LH, www.ham-on-air.de.
- /3/ „ Pi-Filter mit Verlusten “, Dr. Schau, DL3LH, www.ham-on-air.de
- /4/ „ T-Filter mit Verlusten “, Dr. Schau, DL3LH, www.ham-on-air.de
- /5/ „ Kurze Antennen “, Gerd Janzen, Frankh´sche Verlagshandlung, Stuttgart
- /6/ „ Measurement of Soil Electrical Parameters At HF “, Rudy Severns, N6LF, www.antennasbyn6lf.com oder www.ham-on-air.de

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.