

Bau einer Beverage-Antenne

Gerald Schuler - DL3KGS

Erstellt: 25.9.2011

Überarbeitet: 02.06.2012 V1.2

1. Einleitung

Die Beverage-Antenne ist eine **Empfangsantenne für den unteren KW-Bereich**.

Die bevorzugten Bereiche sind 160m und 80m-Band, als auch 40m.

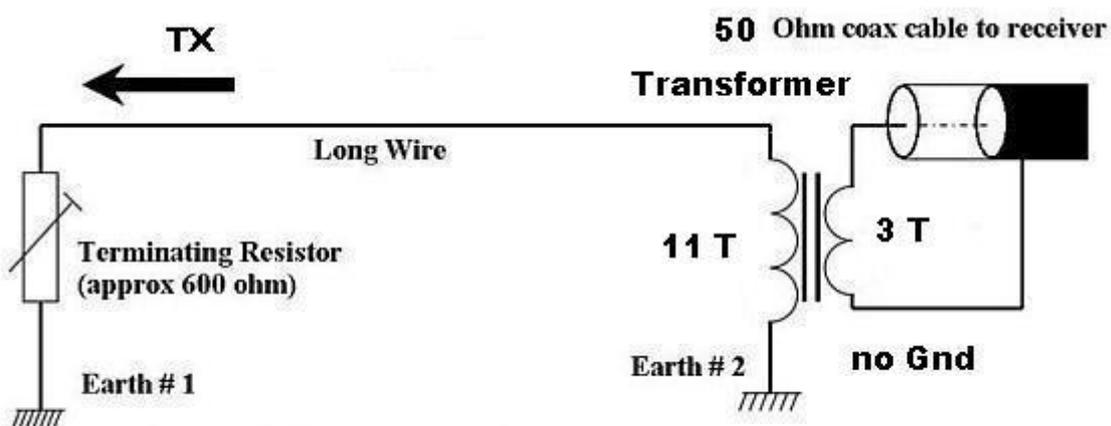
Die **Antenne bevorzugt flach einfallende Signale (DX) und unterdrückt Steilstrahlung aus EU und DL**.

Laut Literatur sollte die min. Länge ca. $3/8$ Lambda betragen.

Günstig ist eine Länge von 1 Wellenlänge. Jedoch darf der Draht auch länger sein, dies ergibt einen höheren Gewinn und kleineren Öffnungswinkel.

Die Signalpegel sind deutlich niedriger als mit einem Dipol oder Vertikalstrahler, dafür ist jedoch **das Signal/Rauschverhältnis deutlich höher!**

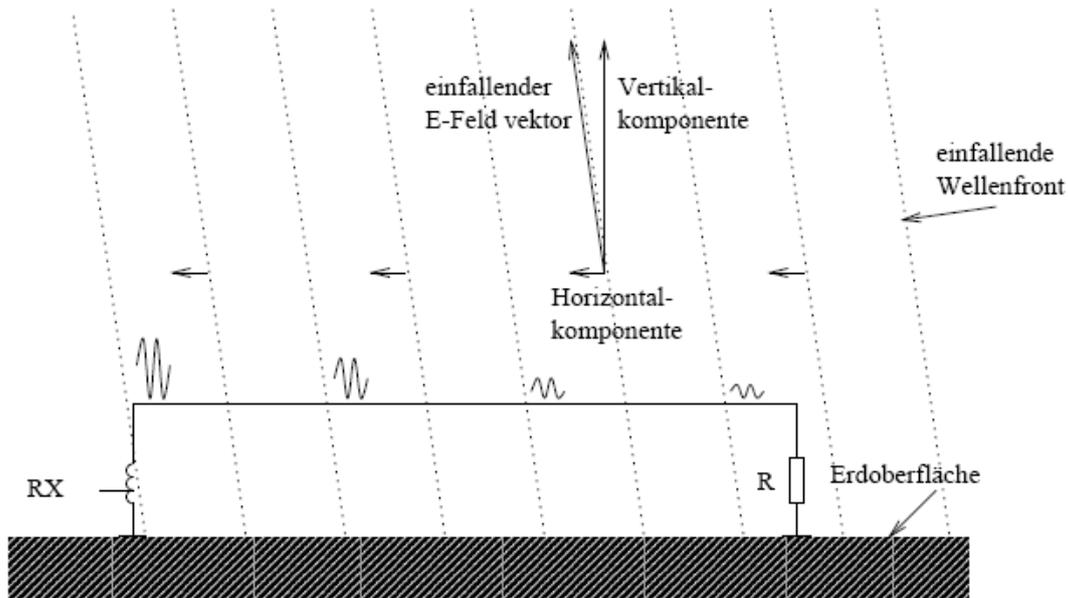
Die **Beverage-Antenne hat Richtwirkung**, die Welle fällt am Abschlusswiderstand ein.



Grundprinzip der Beverage-Antenne

2. Funktionsweise der Beverage-Antenne

Die Beverage-Antenne ist eine **Wanderwellenantenne**. Das Wirkungsprinzip ist im folgenden Bild dargestellt:



Die von rechts einfallende Wellenfront wandert in Richtung des Drahtes. Der Winkel des E-Feld-Vektors in Bodennähe ergibt sich aus dem Einfallswinkel der Welle und der Erdbodenleitfähigkeit. Die Horizontalkomponente des E-Feldes verschiebt die Elektronen im Draht. Auf ihrem Ausbreitungsweg verschiebt die Welle weitere Elektronen im Draht. In Ausbreitungsrichtung der Welle addieren sich diese Ladungen phasenrichtig auf. So liegt nun am Anschluss RX die maximale Signalspannung an, während diese am Abschlusswiderstand deutlich kleiner ist.

Signale, welche aus der Gegenrichtung einfallen, addieren sich von links nach rechts auf und erreichen so ihr Maximum am rechten Drahtende. Damit sie dort nicht reflektiert werden und doch zum RX-Anschluss gelangen, muss das Antennenende mit einem Widerstand, der gleich dem Antennenwellenwiderstand (plus 2x Erdverluste) ist, abgeschlossen werden.

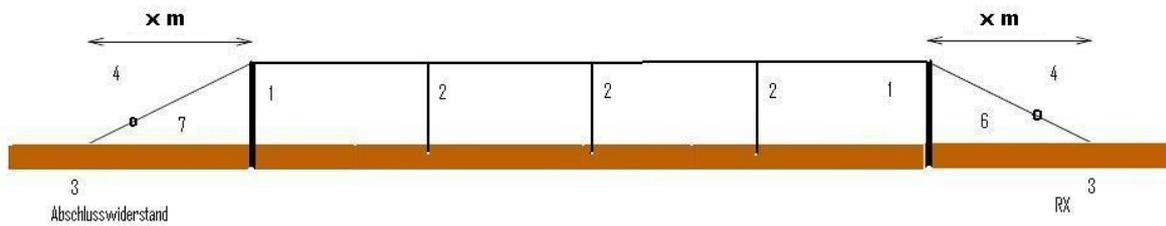
Bei einem verlustfreien Untergrund würden die elektrischen Feldlinien senkrecht zum Antennendraht stehen, es wäre keine Horizontalkomponente des elektrischen Feldes vorhanden, und es würde damit auch keine Spannung in den Antennendraht erzeugt! Das heißt, Beverages (im Gegensatz zu fast allen anderen Antennen) funktionieren am besten über schlechtem Boden.

Quelle:

Peter Pfann, DL2NBU 10.-11. März 2001

Vortrag zur 4. Kurzwellen-Fachtagung des DARC Distrikt Oberbayern

3. Aufbau einer Beverage-Antenne



1 = Stabile Holzposten (2) mit Isolatoren, ca. 2m Länge

2 = Stützen (Dachlatten) (ca. alle 15m) mit Isolatoren (diese waren bei unserem Aufbau nicht erforderlich, Baum war in der Mitte vorhanden)

3 = Erdstäbe (2) (ca. 1.5m Tiefe)

4 = Isolatoren (2)

6 = Übertrager (zum RX mit Koaxkabel), mit Überspannungsschutz am Erdstab befestigen

7 = Abschlusswiderstand (ebenfalls Überspannungsschutz) am Erdstab befestigen

X m = Auslaufzone des Drahtes zur Unterdrückung der vertikalen Empfangskomponente

Als Antennenleiter dürfte sich jedes zugfeste Kabel eignen, deshalb dürfte das günstig verfügbare Feldtelefonkabel (mit Stahllitzen) geeignet sein.

Für den Einstieg wählen wir eine **Länge von 85m**.

Als Höhe über dem Boden sollte eine **Höhe von 120-150cm** ganz günstig sein.

Draht sollte jedoch mit roten Bändern gekennzeichnet werden, um die Gefahrenstelle sichtbar zu machen!!!

Wenn die Höhe geringer wird, sinkt der Signalpegel!

Auslaufzone des Drahtes am Anfang und Ende:

ON4UN (Low Band DXing, DARC 1991) gibt auf Seite II-135, Tabelle 39 Angaben zur Dimensionierung der Drahtlänge. Hier findet man noch weitere nützliche Informationen zur Beverage-Antenne.

Bei einer **Höhe von 1,5m** und einem angenommenen **Einfallwinkel der Welle von >15°** sollte der **Draht 6m lang** (x m) sein.

Kommentar:

http://www.ok1rr.com/e107_plugins/content/content.php?content.31

In practice, however, the end effects seem to be very much smaller than predicted theoretically, so as a general rule if the antenna is not over 10 feet high the end effects are so small that it is not worth the trouble to balance them.

4. Aufbau des Übertragers

Der Übertrager (**Trenntrafo: Primär- und Sekundärwicklung!**) wird in ein wasserdichtes Kunststoffgehäuse (IP 54), von ausreichender Größe eingebaut.

Keine Un-Un oder Auto-Transformatoren verwenden!

Als Kern wird ein Doppellochkern **BN 43-202** (Schweinerüssel) verwendet, AL-Wert > 2000.
Der Drahtdurchmesser ist 0,4mm. Vorsicht beim Durchfädeln, dass die Isolierung nicht beschädigt wird. Durchgangsdämpfung ca. 0,2 dB, $f=1,5\text{MHz}$
Für Abgleicharbeiten kann man den Übertrager auch mal mit einer Leistung von 2 W beaufschlagen . Allerdings sollte dann keine Schutzschaltung eingebaut sein!

Für die Antenne kann bei einer Höhe von 100-150cm über Grund und einem Drahtdurchmesser von 1mm ein Wellenwiderstand von ca. 450 Ohm angenommen werden (**siehe RFSim99** -> Tools, Component, Transmission Line). $Z = 60 \cdot \ln(2 \cdot h/d)$
Hinzu kommen noch ca. 2 x 100 Ohm Erdverlustwiderstände (1 Erdstab auf jeder Seite je 5' Länge) und der Drahtwiderstand. Somit ergeben sich ein Z von ca. 700 Ohm.

Hieraus ergibt sich eine notwendige Impedanz-Transformation von 1 : 14 und somit ein erforderliches Übersetzungsverhältnis von 1 : 3,75.
Ein $Z=200\text{Ohm}$ auf der 50 Ohm-Seite (Sekundär) erfordert 3 Windungen und antennenseitig (Primär, $Z=2,7\text{K}$) sind 11 Windungen erforderlich (für die niedrigste Frequenz $f=1,8\text{MHz}$).

Die Sekundär-Wicklung (RX) wird NICHT mit der Antennenseite verbunden, Erde nur am Koax-Kabel. Die Primärseite (Beverage) des Übertragers wird mit der Erde verbunden!

Entsprechende Anschlussmöglichkeiten für die Erde mit guter Kontaktgabe vorsehen.

Schutzschaltung: (ergänzt am 1.6.2012)

Gleichzeitig sollte im Gehäuse ein Überspannungsschutz eingebaut werden (RX-seitig).
Am RX-Anschluss (50-Ohm-Buchse) werden 4 Dioden gelötet werden (1N4007). Je 2 Dioden in Serie, sowie das weitere Paar Anti-Parallel.
Weiterhin sollte zwischen dem Übertrager auf der RX-Seite ein Sicherungshalter (mit 250mA-Sicherung) eingefügt werden. Somit kann vor Ort die Sicherung einfach gewechselt werden!
Das andere Ende wird an die 50 Ohm-Buchse/ Antiparallelen Dioden legen.
Somit besteht ein Schutz gegen Einstrahlung von benachbarten Sendeantennen sowie auch statischen Entladungen durch die Kombination von Schutzdioden und Sicherung.

Da eine Beverage-Antenne niedrige Eingangssignale an den RX-Eingang liefert, besteht auch keine große Gefahr, dass die Dioden Intermodulation erzeugen werden. Durch die Serienschaltung von 2 Dioden 1N4007 liegt die Durchschaltspannung bei ca. 1,4Vs.
Daraus ergibt sich eine Spannung von 1 Veff an 50 Ohm -> $P(\text{RX}) = 20\text{mW}$. Dies dürfte bei den meisten Geräten zu keiner Beschädigung des RX-Eingangsteils führen.

Bei hohen statischen Entladungen, sprechen die Dioden sofort an. Hohe Ströme werden somit abgeleitet und bei längerem Anstehen wird die 250mA-Sicherung auslösen (Schutz auch für die Dioden!) und die Antenne und Rx werden getrennt.

Einen Überspannungsableiter auf der Antennenseite sollte man vorgesehen.

5. Aufbau des Abschlusswiderstandes

Der Abschlusswiderstand sollte aus induktionsarmen Festwiderständen und einem Poti (in Serie) zum Feinabgleich bestehen.

Ebenfalls Einbau in wasserdichtes Kunststoffgehäuse (IP 54).

Festwiderstand: 560 Ohm (2 Watt)

Poti : 220 Ohm

Für 1. Versuche dürfte auch ein **einzelner Festwiderstand** mit 680 Ohm geeignet sein!

Entsprechende Anschlussmöglichkeiten für die Erde mit guter Kontaktgabe vorsehen.

6. Erdsystem

Je 1 Staberder, ca. 150cm am Anfang (Abschlusswiderstand) und am Ende (Übertragerseite) in den Boden schlagen. Größere Tiefen sind wirkungslos, da die HF nicht so tief in den Boden eindringt!

Je 2 Staberder, in 1m Tiefe, dürften jedoch wieder einfacher zu entfernen sein.

Laut Literatur sollte der Abstand zueinander ca. 2m betragen.

Als ein Durchschnittswert kann ein Übergangswiderstand von 100 Ohm angenommen werden.

„ 3/4-inch copper pipe driven five feet or deeper into the soil typically measures between 50-150 ohms of RF resistance on 160-meters.

Skin effect limits the depth of RF current in the soil, so the extra rod depth does nothing.

The general guideline I follow is to use at least two five-foot copper rods (I use 3/4" copper spaced 5 feet apart). If I can not get full depth, or if the soil is particularly poor, I add a few 30-60 foot buried radials.

The idea is to obtain a reasonably stable ground, so termination does not change.

[CLICK TO LOOK AT ACTUAL MEASURED GROUND TERMINATION RESISTANCES!!!](#)

7. Abgleich der Beverage-Antenne

Hier gibt es 3 Methoden für den Abgleich, welche hier in Englisch beschrieben werden.
Mögliche Sendeleistung zum Abgleich siehe unter Übertrager!

<http://www.w8ji.com/beverages.htm>

There are three fast, simple ways to test for proper termination:

A. *Mit Antennen SWR Analyzer*

1. Connect the antenna analyzer at the Beverage feedpoint through a good matching transformer
2. Sweep the analyzer frequency from 1.8 to 7 MHz (or over a ~4:1 frequency range near the frequency intended for antenna) while watching SWR
3. Adjust termination for minimum SWR variation (not minimum SWR, minimum SWR variation!)

B. *Mit einem Antenna Impedance Meter*

1. Measure the feedpoint impedance (right at the feedpoint) of a roughly terminated antenna at the frequencies of highest and lowest resistive impedance. You can do this through a known good transformer by correcting impedance for use of the transformer
2. Multiply the lowest measured impedance by the highest, and then find the square root of that number. This will be the correct termination impedance of the antenna

C. *Mit einem RF Current Meter*

1. Apply a small amount of power from a transmitter, do not exceed antenna system component ratings!
2. Measure current at the termination, and several points up to a distance of at least 1/2 wl from the termination
3. Adjust termination resistance so current shows a smooth current decline as you move the meter towards the termination

Note:

In about 500-800 feet of distance, power loss in a Beverage is around 3dB. This corresponds to a 1/3 reduction in current. If you attempt to adjust for equal currents (or voltages) over any distance, the antenna will be MIS-terminated!

8. Aufbaurichtung etc. der Antenne

Zielgebiet : Ottawa, liegt im Grenzgebiet VE und USA

Position: Lat. 45° N Long. 76° W

Distanz ca. 6000km

Azimut: 290° von DL

Öffnungswinkel einer ca. 1 Wellenlänge langen Antenne ca. 60°, also nicht sehr kritisch!
ON4UN (Low Band DXing, DARC 1991)

Aufbauort: Buchholz / Westerwald bei Klaus, DF7WT

<http://maps.google.de/?ll=50.698204,7.408186&spn=0.004091,0.012746&t=h&z=17&vpsrc=6>

Aufgebaut und getestet wurde die Beverage-Antenne mit einer Vergleichsantenne (18m hohe Vertikalantenne mit 3x 20m langen Boden-Radials) in Buchholz/Westerwald am Rande des Grundstückes von Klaus / DF7WT.

Aufbaurichtung	ca. 270°
Länge	ca. 85m
Höhe	ca. 1.5m (Gelände wellig)
SWR	< 1.7 (Frq. 1.8-14MHz)

9. Ergebnis (Herbst 2011, G25)

Das Grundrauschen an der Beverage-Antenne war ca. 4 S-Stufen niedriger als das der Vergleichsantenne, trotz der ländlichen Gegend.

Die Empfangssignale lagen im Durchschnitt 2 S-Stufen niedriger.

Somit hatte die Beverage-Antenne ein 2 S-Stufen besseres Signal / Noise-Verhältnis (S/N), das sind ca. 10-12 dB Verbesserung.

Es konnten in den frühen Morgenstunden Mittelamerika gehört werden und USA gearbeitet werden.

10. Betrieb

Zum Betrieb einer Beverage-Antenne sollte der Stations-Empfänger mit einem RX-Antennen-Ausgang versehen sein. Ein von Hand umschalten zwischen TX- und RX-Antennen führt in der Hektik des Betriebes früher oder später zum TOD (Schutzschaltung und Abschlusswiderstand) der Beverage-Antenne!!!

Falls am Transceiver nicht vorhanden, lässt sich ein RX-Ausgang auch nachträglich realisieren (entsprechende Erfahrung für einen Eingriff in den Transceiver vorausgesetzt, keine Haftung meinerseits!).

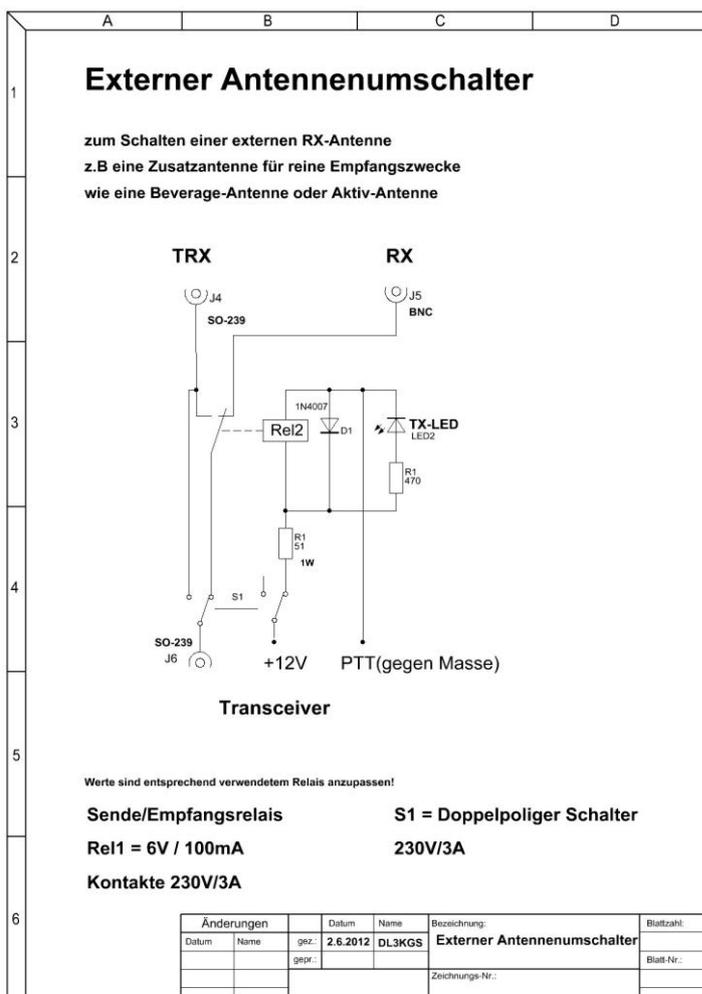
Es ist der Zweig zwischen Antennenrelais zum RX-Eingang aufzutrennen und beide Enden sind an der Rückwand herauszuführen.

Am besten verwendet man unterschiedliche Buchsen zur TRX-Buchse (üblich SO-239).

Es bieten sich also BNC- oder Cynch-Buchsen an.

Im normalen Betrieb sind beide Buchen durch eine Brücke zu verbinden!

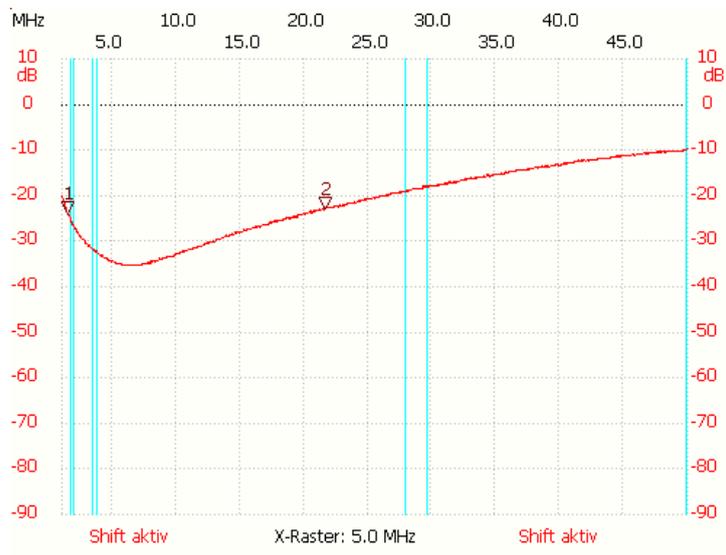
Eine Alternative zu einem Eingriff in das Gerät ist eine eigenständige Schaltung mit einem externen Antennenrelais aufzubauen.



Anhang

Messergebnisse des Übertragers

1. Rückflussdämpfung



$ar = -25\text{dB}/1.8\text{ MHz} \rightarrow \text{SWR} = 1.12$

2. Dämpfung (Messung von zwei Übertrager Back-Back)

Es ist also nur die halbe Dämpfung anzusetzen, ca. $0.3\text{dB}/10\text{MHz}$

