

Die "Bierdosenantenne" - keine Bier-Idee !

Eduard Bosshard HB9MTN

Um es vorweg zu nehmen: Beim verschneiten Mastrohr auf dem Titelbild handelt es sich um eine funktionierende Antenne für das 40m-Band mit einer Gesamthöhe von 2m!

Nachdem ich mich in der Vergangenheit intensiv mit magnetischen Loop Antennen beschäftigt hatte, lockten mich zur Abwechslung die kapazitiven Antennen. Unter Namen wie Berliner Keule (die mit der Bierdose, [1]), MicroVert, Spraydosenantenne etc. sind in den vergangenen Jahren Antennen, oder besser „Antennchen“ vorgestellt und in den einschlägigen Foren heftig und zum Teil kontrovers diskutiert worden. Diese Antennen haben zwei Dinge gemeinsam:

- ein kurzer, zylindrischer Strahler (Bierdose, Metallrohr etc.) mit Verlängerungsspule
- die Einspeisung erfolgt über ein Koaxkabel, bei dem nur der Innenleiter mit dem Strahlerfusspunkt verbunden ist

So bin ich unter anderem auf die Homepage von Arthur, DL7AHW, geraten [2] und habe mit gerade vorhandenen Materialien in Anlehnung an seine Ideen eine Antenne aufgebaut, die kaum als solche zu erkennen und somit sehr „nachbarschaftsverträglich“ ist. Inzwischen sind noch Varianten für 30m und 20m dazugekommen (Bild 1, 2).

Wie ist die Antenne aufgebaut?

Die Antenne ist auf einem PVC-Rohr aus dem Baumarkt mit 53mm Durchmesser und der Standardlänge von 2m aufgebaut, von der weiten Welt bis zum TRX, von oben nach unten:



Bild 2: kapazitive Antenne für 20m

- **Kapazität**, 440mm Alu-Haushaltfolie, 4-lagig auf das PVC-Rohr aufgewickelt, mit wetterfestem Klebeband fixiert (anstelle der Bierdose)



Bild 3: Resultate mit kapazitiven Antennen (Jan.-Feb. 2009): blau = 40m; rot = 30m - PSK31/63, FT-897D, 25-30 Watt

- **Induktivität**, 48 Windungen (26 für 30m, 15 für 20m) Installationsdraht, eng gewickelt, fixiert durch passende Bohrungen im Rohr (Bild 7)
- **Koax**, ich verwende RG-174, $\lambda/4$ bis zur Mantelwellensperre (RF-Choke), wobei nur der Innenleiter über eine Lüsterklemme mit der Spule verbunden ist, der Mantel bleibt offen
- **RF-Choke**, 8 Windungen auf Amidon FT114/43 (nachW1JR)
- **Koax**, weiter zum TRX, beliebig lang, aber so kurz wie möglich

Die Kapazität ist bei allen 3 Varianten gleich, gegeben durch die Breite der Alu-Haushaltfolie und den



Bild 1: kapazitive Antenne für 30m

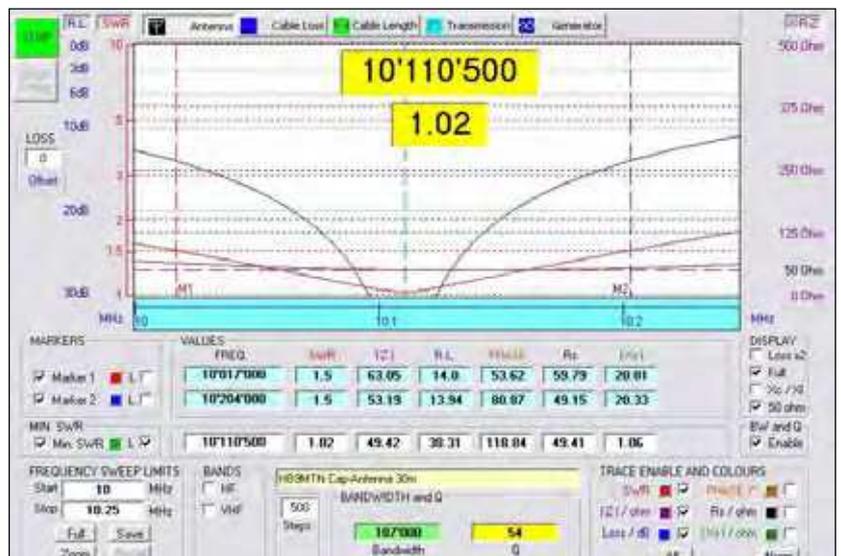


Bild 4: Die 1,5:1-Bandbreite beträgt 187kHz, das SWR lässt sich stets auf 1:1 bringen

Durchmesser des PVC-Rohres. Die Induktivität ist unterschiedlich. Ein Online-Rechner ist bei DL7AHW zu finden [2].

Was leistet die Antenne?

Die Leistung dieser im Verhältnis zur Wellenlänge extrem kleinen Antenne bewegt sich irgendwo zwischen Kunstlast und fullsize 4-Element Yagi für das entsprechende Band, wobei deutlich näher bei den Yagis als bei der Kunstlast, habe ich doch mit einer „Dummy Load“ nie Verbindungen mit W2, YO, OZ, IZ8, PJ4, OM, 4S etc. getätigt (Bild 3)!

Die Antenne lässt sich ausgezeichnet abstimmen und hat, im Gegensatz zu den magnetischen Loop-Antennen eine grosse Bandbreite (Bild 4).

Wie funktioniert die Antenne?

Bei der Antenne handelt es sich um einen in der Mitte gespeisten vertikalen Halbwellendipol!

Die obere Dipolhälfte, von der Lüsterklemme an aufwärts, ist nichts anderes als ein dicker, kurzer $\lambda/4$ -Strahler mit Verlängerungsspule.

Die untere Dipolhälfte wird durch das offene $\lambda/4$ Koax bis zur Mantelwellensperre (RF-Choke) gebildet. Nur der antennenseitig offene Koax-Mantel ist wirksam, der Verkürzungsfaktor des Kabels muss nicht berücksichtigt werden, wohl aber eine gewisse Verkürzung durch die Annäherung bzw. das Aufliegen am Boden.

Diese Art der Speisung geht auf ein Patent von R. K. Potter, eingereicht 1944, erteilt im Jahr 1949, zurück (US Patent 2,485,457 [3]).

Der Aufbau in Potters Patentschrift:

wieder von der weiten Welt bis zum TRX (Bild 5, 6)

- **W, obere Dipolhälfte** (in meiner Anordnung der $\lambda/4$ L/C-Strahler)

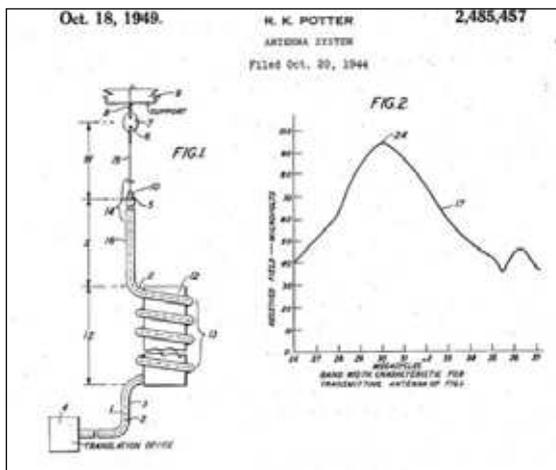


Bild 5: Auszug aus der Patentschrift von Potter (I)

- **S, untere Dipolhälfte** (ab hier gleich wie in meiner Anordnung)
- **I2/I3, RF-Choke**
- **I, Koax**, beliebige Länge zum TRX

Referring to FIG. 1, reference numeral 1 denotes a coaxial line comprising an inner conductor 2 and an outer conductor 3. The line 1 is connected at its near end to a translation device 4, such as a very high frequency transmitter; and the portion of the line adjacent the remote end is vertically positioned. The inner conductor 2 extends above and beyond the extremity 5 of the outer conductor 3 a distance W approximately equal to a quarter wavelength at the means or design operating frequency. The extremity 5 of the inner conductor 2 is secured through insulator 7 and guy wire 6 to the supporting member 8; and the outer conductor 3 is supported at its extremity 5 by insulator 10 and the inner conductor 2. At a point 11, located at a distance S approximately a quarter wavelength below the extremity 5, the line 1 is bent or coiled about the tubular insulator 12 so as to form a multiple turn impedance coil 13. As explained below, the section 14 of line 1 extending above point 11 and comprising the exposed inner conductor section or "whip" 15 and the outer conductor section or "sight" 16 functions as a dipole antenna over a broad frequency range.

Bild 6: Auszug Patentschrift Potter (II)

Das Koaxialkabel zwischen Einspeisepunkt und RF-Choke ist strahlender Bestandteil der Antenne!

Es ist nicht egal, wie das Kabel verlegt wird. Messungen mit dem MFJ-854 RF Current Meter ergaben keinen Strom beim RF-Choke und maximalen Strom an der Lüsterklemme, wie es sich für einen Dipol gehört. Das Kabel wirkt wie ein Radial, entweder „elevated“, gegen den Boden schräg abgespannt oder direkt am Boden liegend. Dieser Tatsache wird

meines Erachtens bei den beschriebenen kapazitiven Antennen nicht genügend Rechnung getragen und ist wohl der Grund für die zum Teil schlechten Resultate mit den Nachbauten.

Das gleiche Speisekabel mit fest installiertem RF-Choke für 40m kann auch für 30m und 20m verwendet werden, indem das Kabel zwischen dem RF-Choke und der Antenne über die Hand



Bild 7: Der Pfeil markiert die Mitte des Dipols gemäss # 5 der Patentschrift

aufgewickelt und mit etwas Installationsdraht fixiert wird. Ebenso wird die kapazitive Belastung des Radials durch mehr oder weniger Bodennähe ausgeglichen (je näher am Boden, desto mehr muss aufgewickelt werden).

Die mit dem Online-Rechner ermittelten Windungszahlen waren bei meinen Antennen nicht ganz richtig, für den Grobgleich musste ich die Windungszahlen etwas verändern. Ansetzen und mit Schrumpfschlauch isolieren ist genauso wenig ein Problem wie Abschneiden. Der Spulendraht wird durch je zwei gegenüber-

Die "Bierdosenantenne" - keine Bier-Idee ! (2)

liegende Bohrungen geführt. Der Draht ist so steif, dass die Spule nach dem rechtwinkligen Abbiegen an den Bohrungen unverrückbar fest sitzt.



Bild 8: Zum Abgleich der kapazitiven Endbelastung und der QRG wird das Koax einfach über die Hand aufgewickelt

Für den Feinabgleich verwende ich eine aufgeschnittene Alu-Getränkedose (**Bild 9**), die ich von oben in das Trägerrohr stecke. Es braucht keine galvanische Verbindung, eine Überlappung der Dose im Rohrrinnern und der Alufolie auf der Aussenseite von einigen Zentimetern genügt. Die Dose lässt sich zum Abstimmen verschieben und klemmt sich von selbst



Bild 9: Eine aufgeschnittene Alu-Getränkedose dient dem Feinabgleich (z.B. bei Veränderung der Aufbauhöhe über Grund)

fest.

Sollte jemand Lust auf einen Nachbau verspüren, verweise ich für weitere Tipps und Bilder auf meine Homepage [4, 5].

Die Potter-Speisung

Obschon das Potter-Patent schon 1949 erteilt wurde, erscheint in der amerikanischen Literatur erst 1991 eine Veröffentlichung unter dem Titel „RFD-1 and RFD-2: Resonant Feedline Dipoles“. James E. Taylor, W2OZH, der - offenbar in Unkenntnis des Patents von Potter - genau die gleiche Speisungsart „nacherfunden“ und beschrieben hat [6]. Der ausgezeichneten Veröffentlichung mit dem Titel „NSESE's Look at the RFD (Resonant Feedline Dipole)“ habe ich Bild 9 entnommen und modifiziert [7].

Die Potter-Speisung lässt sich grundsätzlich immer auf der TRX-seitigen Dipolhälfte anwenden. Die andere Hälfte kann im einfachsten Fall aus einem $\lambda/4$ -Draht oder, wie in meinem Aufbau, aus jedem beliebigen $\lambda/4$ -Strahler bestehen. Ich verwende beispielsweise die Potter-Speisung beim Portabel-Betrieb mit meinem Buddistick [8] (**Bild 10**).

Etwas heikel sind Zugentlastung und Knickschutz am Fusspunkt. Ich verwende zwischen Kabelöse und Lüsterklemme ein kurzes Stück flexi-

Standorten ist besser reproduzierbar, wenn die Speisung bis zum Choke nicht am Boden liegt, sondern erhöht über einen Weidezaunpfahl geführt wird (elevated Radial).

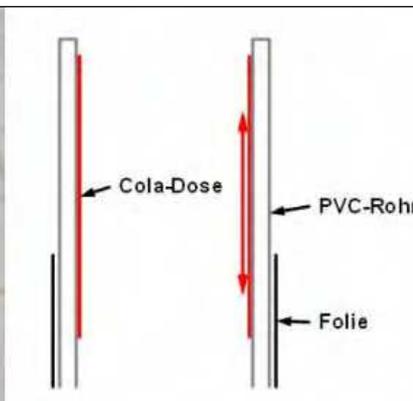
Kürzlich ist im "Funkamateure" ein Artikel von Wolfgang, DGØSA, erschienen, der einen ungekürzten $\lambda/2$ Dipol beschreibt, welcher auf einer, ebenfalls im Potter Patent vorgestellten weiteren Spielart der Potter-Speisung beruht. Die Antenne ist schmalbandiger bei höherem Wirkungsgrad auf der Resonanzfrequenz und ist mit LFL (Leichte Feldleitung) statt Koaxialkabel aufgebaut [10].

Keine Bieridee!

Die Versuche mit der Bierdosenantenne und vor allem mit deren Speisung hat Spass gemacht (**Bild 11**). Für mich fast unglaublich sind die mit dieser unscheinbaren Antenne getätigten Verbindungen (**Bild 3**). Während die kapazitiven Strahler in meinen Antennenlager auf eine nächste Aktivierung warten, ist die Potter-Speisung bei Portabel-Betrieb routinemässig im Einsatz.

Keine EH-Antenne!

Übrigens könnte man auf den ersten Blick annehmen, es handle sich bei der beschriebenen kapazitiven Antenne um eine EH-Antenne. Dem ist nicht so. Bei der EH-Antenne bestehen beide Dipolhälften aus je einer Kapazität und einer Spule, welche über ein Phasenschieber-Netzwerk, ebenfalls unten an der Antenne, gespeist werden. Das Koaxialkabel dient aber nur zur Speisung und trägt nicht zur Abstrahlung bei [11].



Bilder 10, 11: s. Seite 6

Bilder 12 - 15: s. Seite 7

ble Kupferlitze. Am Koax-Ende ist der Innenleiter an ein etwa 4 cm langes Stück starren Installationsdraht gelötet und gegen hinten überlappend und gegenüber der Abschirmung isoliert (!) mehrfach mit Schrumpfschlauch überzogen.

Die Abstimmung an verschiedenen

Links:

- [1] <http://qrpproject.de/Bierfass.htm>
- [2] <http://dl7ahw.bplaced.net/Sprayanantenne.htm>, <http://dl7ahw.bplaced.net/Superantenne00E.htm>
- [3] <http://www.freepatentsonline.com/2485457.pdf>

"L'antenne canette" - c'est pas de la bibine !

Eduard Bosshard HB9MTN (trad. HB9DSB)

- [4] http://www.qsl.net/hb9mtn/hb9mtn_cap40mant.html
 [5] http://www.qsl.net/5b4agv/5b4agv_cap20mant.html
 [6] RFD-1 and RFD-2: Resonant Feed-line Dipoles“. -J. E. Taylor, W2OZH, QST 8/1991, S. 24ff
 [7] <http://www.n5ese.com/rfd.htm>
 [8] <http://www.buddipole.com>
 [9] <http://www.dx-wire.de>
 [10] Wippermann, W., DGØSA: Verfeinerte Ausführung des Vertikal-20-Dipols. FA 61 (2012) H. 10, S. 1056
 [11] http://www.wimo.de/download/Testbericht_aus_Funkamateuer_11_06.pdf (EH-Antennen – kritisch betrachtet)

Courte entrée en matière: L'objet enneigé visible sur la page de couverture est une antenne d'une hauteur totale de 2m parfaitement fonctionnelle pour le 40m.

Par le passé, je m'étais particulièrement intéressé aux antennes Loop magnétique. Par curiosité et goût du changement, je me suis intéressé aux antennes capacitives. Connues en Allemagne sous la dénomination de Berliner Keule (celle avec la canette) [1], Micro Vert, antenne spray etc. Ces antennes ont par le passé souvent été qualifiées «d'antennettes» et, fait l'objet de controverses dans divers forums. Ces antennes ont deux points communs:

- élément rayonnant cylindrique et court (canette, tube métallique etc.) avec self de rallongement
- l'alimentation se fait par un câble coaxial dont seul le conducteur central est raccordé

C'est ainsi que je suis tombé sur la home page de DL7AHW, Arthur [2]. Je me suis mis à la construction, conformément à son idée, avec des matériaux disponibles. Cette antenne n'est pas facilement identifiable en tant que telle et devient, de ce fait, parfaitement «voisinocompatible». Par la suite

deux variantes pour le 30m et 20m sont venues s'ajouter (**p. 2; Bild 1, 2**).

Comment cette antenne est-elle construite ?

L'antenne est réalisée sur un tube PVC du commerce de la construction, vendu en longueur standard de 2m. et 53mm de diamètre. Description du haut vers le bas, de l'espace au TRX:

– **Capacité:** Feuille d'aluminium de ménage, enroulée sur 4 couches et arrêtée par un adhésif résistant (en lieu et place de la canette).

– **Inductivité:** 48 spires (26 pour le 30m et 15 pour le 20m) réalisée en fil d'installation, bobinées spires jointives, arrêtées pour des trous dans le tube (**p. 3; Bild 7**).

– **Coax:** j'utilise du RG-174, $\frac{1}{4} \lambda$ jusqu'au blocage du courant de gaine (RF-Choke), seul le conducteur central est raccordé à la self par un serre-fils, la gaine reste en l'air.

– **RF-Choke:** 8 spires sur tore Amidon FT114/43 (selon W1JR)

– **Coax:** Vers le TRX longueur nécessaire, mais toutefois le plus court possible.

La capacité est identique pour les trois variantes, elle est donnée par le diamètre du tube et la largeur de la feuille d'aluminium. L'inductivité est différente pour chaque bande. On trouvera un calculateur on-line sur le site de DL7AHW [2].

Quel rendement pour cette antenne ?

De dimension extrêmement réduite par rapport à la longueur d'onde, le rendement de l'antenne doit se situer quelque part entre une charge artificielle et une antenne Yagi 4 él. full size pour la bande correspondante.

Je n'ai, pour ma part, jamais pu

réaliser des liaisons avec W2, YO, OZ, IZ8, PJ4, OM, 4S etc. avec une Dummy Load ! (**p. 2; Bild 3**).

Cette antenne se laisse facilement accorder, possède une large bande passante, contrairement à la Loop magnétique (**p. 2; Bild 4**).

Comment cette antenne fonctionne-t-elle ?

Il s'agit d'un dipôle vertical demi-onde alimenté au centre !

La moitié supérieure du dipôle, du serre-fils vers le haut, n'est rien d'autre qu'un gros brin rayonnant $\frac{1}{4} \lambda$ avec sa self de rallongement. La moitié inférieure du dipôle est constituée par le coax. $\frac{1}{4} \lambda$ jusqu'au blocage de courant de gaine (RF Choke). Seule la partie ouverte de la gaine du coax. côté antenne est active. Il n'est pas tenu compte du facteur de raccourcissement même si cela apparaît par la proximité du sol, respectivement avec son contact.

Ce mode d'alimentation repose sur la demande de brevet de 1944 déposée par R. K. Potter et attribué en 1949 sous le No: US Patent 2,485,457 [3] (**p. 3, Bild 5, 6**).

Constitution de la demande de brevet

De l'espace jusqu'au TRX

- **W :** demi-dipôle supérieur (dans ma configuration brin rayonnant $\frac{1}{4} \lambda$)
- **S :** demi-dipôle inférieur (identique à ma réalisation)
- **I2/I3 :** RF-Choke
- **I :** Coax, longueur quelconque jusqu'au TRX

Le câble coaxial entre le point d'alimentation et la self de blocage est une partie intégrante de l'élément rayonnant de l'antenne !

La disposition de ce câble a son importance. Des mesures avec

"L'antenne canette" - c'est pas la bibine ! (2)

le MFJ-854 RF Current Meter ont montré un courant nul au niveau du blocage (RF Choke) et un courant maximum sur le serre-fils, comme il est de bon ton pour un dipôle.

Ce câble agit comme un radian, soit relevé ou de biais vers le bas ou à même le sol. A mon avis, il n'est pas assez tenu compte de ce facteur dans les descriptions de ces antennes capacitives, ce qui explique peut-être les mauvais résultats obtenus lors de réalisations.

Le même câble d'alimentation, avec blocage HF (RF Choke) fixe, peut servir pour le 30m et le 20m en l'enroulant en torche et le fixant avec du fil d'installation. Il est possible d'ajuster la charge capacitive du radian, en le rapprochant plus ou moins du sol (plus on sera près du sol, plus il faudra de spires de coax); voir p. 4, Bild 8).

Les valeurs calculées on-line diffèrent quelque peu de la pratique. Pour un accord grossier il fallut adapter la valeur de la self. Enlever des spires ou en rajouter ne pose pas plus de problème. L'épaisseur sera recouverte de gaine thermorétractable. Le fil est amené par deux trous opposés dans le tube, sa rigidité est suffisante, pour rester en place, une fois plié à l'équerre.

Pour l'ajustage fin, j'utilise des canettes en aluminium coupées dans le sens de la longueur que j'introduis par le haut à l'intérieur du tube. Une liaison galvanique n'est pas nécessaire, un chevauchement de quelques cm. avec la feuille d'aluminium suffit. On fait coulisser la canette à l'intérieur du tube. Par auto-serrage, elle reste en place.

Quelqu'un veut-il construire une telle antenne ? Je l'invite à visiter ma home page pour d'autres trucs et astuces [4,5]; voir p. 4; Bild 9).

A'alimentation Potter

Le brevet Potter a été attribué en 1949. Il faudra attendre 1991 pour trouver dans la littérature américaine une publication avec le titre "RFD-1 and RFD2: Resonant Feedline Dipoles". James E. Taylor, W2OZH, qui, certainement par méconnaissance du brevet Potter, a "réinventé" et décrit ce genre d'alimentation [6]. J'ai repris pour ma part l'excellente publication avec

modifications [7]; voir Fig. 10.

L'alimentation Potter peut, en principe, toujours être utilisée sur le coté TRX du demi dipôle. L'autre moitié peut, dans le cas le plus simple, être constituée par un fil $\frac{1}{4}\lambda$ ou comme dans ma construction, de n'importe quel brin rayonnant. J'utilise par exemple en portable l'alimentation Potter avec ma Buddistick [8]; voir Fig. 11.

On veillera à délester et protéger

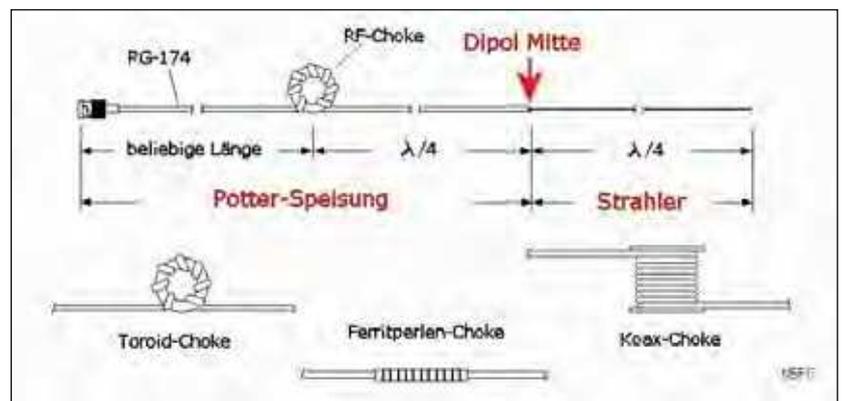


Fig. 10: A gauche du centre du dipôle, l'alimentation Potter. Le blocage HF peut se faire par des perles ferrit ou en enroulent le câble sur lui-même.

pour titre: "NSESE's Look at the RFD (Resonant Feedline Dipole)" selon Bild 9 (p. 4). J'y ai apporté quelques

le câble d'alimentation. J'utilise, entre la cosse du câble et le serre-fils, un bout de tresse de cuivre. A l'extrémité du câble coaxial, on rallonge le conducteur central par un bout de fil rigide soudé d'une longueur de 4 cm. Il sera replié vers l'arrière et isolé du blindage du coax. (!) par plusieurs couches de gaine thermorétractable.



Fig. 11: HB9MTN a proximité du Rhin, le Buddistick installé près un môle. L'alimentation Potter posée à même le sol. La flèche indique les perles ferrit de la self d'arrêt. La participation au QSO des suisses de l'étranger avec 5 W était tout à fait réalisable.

L'accord sera plus reproductible à divers emplacements si l'on prend la précaution de ne pas amener le câble d'alimentation (jusqu'au Choke) à même le sol mais à le surélever sur des piquets de clôture par ex. (elevated Radial). Récemment

dans la revue "Funkamateur" DGØSA, Wolfgang a publié un article qui décrit un dipôle non raccourci d'un $\frac{1}{2}\lambda$ dont l'alimentation repose également sur une autre application amusante du brevet de Potter. La bande passante de l'antenne s'en trouve diminuée mais son rendement augmenté à la fréquence de résonance. L'alimentation ne se fait pas par du câble coaxial mais par fil de tf. de campagne (très léger) [10].



Fig. 12: L'alimentation Potter constituée par 10m de RG 174 et 20 perles ferrit CST 9,5/5.1/15-3S4 [9] emballées dans la gaine thermo-rétractable et renforcées dans les extrémités par un même matériel. Les perles seront dimensionnées de façon à coulisser librement sur le câble

Pas de la bibine !

Des essais avec cette antenne canette et plus particulièrement son alimentation m'ont procuré du plaisir (**Fig. 11**), Je suis toujours émerveillé par les résultats obtenus avec cette antenne presque invisible (**p. 2; Bild 3**). Cette antenne capacitive attend dans mon dépôt un prochain engagement. Le système d'alimentation Potter est par contre régulièrement utilisé pour le portable. Au premier coup d'œil, on

pourrait penser que cette antenne capacitive est une EH. Ce n'est pas le cas. Dans l'antenne EH chaque demi-dipôle est constitué par une capacité et une self. L'alimentation se fait à travers un dispositif de déphasage. Le coaxial ne sert qu'à l'alimentation et ne contribue pas au rayonnement.



Fig. 13: Un type de coax Choke et ...



Fig. 14: ... un autre type. Dans les deux cas l'alimentation se fait à 1m du sol, piquets de clôture. Pas de différence entre les deux types.



Fig. 15: Un compagnon fidèle lors de randonnées, mon Buddistick en configuration min. De droite à gauche: piquets de terre, 2 pièces bras d'antenne utilisé comme mât court, avec isolateur polyamide vissé, alimentation Potter, brin rayonnant constitué par 2x11" bras d'antenne, self et tube télescopique et à gauche le piquet de clôture pliable

Liens:

- [1] <http://qrpproject.de/Bierfass.htm>
- [2] <http://dl7ahw.bplaced.net/Spraycanantenne.htm>
<http://dl7ahw.bplaced.net/Superantenne00E.htm>
- [3] www.freepatentsonline.com/2485457.pdf
- [4] www.qsl.net/hb9mtn/hb9mtn_cap40mant.html
- [5] www.qsl.net/5b4agv/5b4agv_cap20mant.html
- [6] "RFD-1 and RFD-2: Resonant Feedline Dipoles": J.E. Taylor, W2OZH, QST 8/1991, S. 24ff
- [7] www.n5ese.com/rfd.htm
- [8] www.buddipole.com
- [9] www.dx-wire.de
- [10] Wippermann, DGØSA: Verfeinerte Ausführung des Vertikal-20-Dipols. A 61 (2012) H. 10, S. 1056
- [11] www.wimo.de/download/Testbericht_aus_Funkamateu11_06.pdf (EH-Antennen: kritisch betrachtet)

GMW-FUNKTECHNIK

Landstrasse 16 • CH-5430 WETTINGEN • Tel./Fax (+41) 056 426 23 24

E-Mail: gmw-tec@bluewin.ch • www.gmw-funktechnik.ch

GROSSE AUSWAHL RUND UM FUNK!

Amateur-, Berufs-, Flug-, Marine-, Security-, Handwerker-, PMR-, CB Hobbyfunk
KW-, VHF-, UHF-, SHF-, GPS-Empfänger

YAESU-VERTEX • ICOM • KENWOOD • AOR • DIAMOND • DAIWA usw.