

KW-Antennen

Mythos ZS 6 BKW

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

Vorwort:

Meine erste Antenne war ein Langdraht, 4λ lang, einfach hinten in den Garten gespannt. Der Sender ein Würfelbaustein S 10aK nur 80 m, Koppelkondensator 1 nF direkt an die Anode der RL 12 P35, Empfänger Torn. Eb., Betriebsart A1. Wir waren stolz auf DX-Verbindungen und fühlten uns wie Eroberer neuer Welten. Bei der Suche nach noch mehr, hörten wir damals von der Sagen umwogenden G5RV von Louis Varney (G5RV), geeignet für alle Bänder von 80 bis 10 m. Das wär's. Nur jetzt hatten wir eine symmetrische Antenne. Wie soll die Anpassung erfolgen? Laut „Diefenbach“ musste ein Pi-Filter her. Bauanleitung wurde gleich mitgeliefert. Der antennenseitige Kondensator mindestens 1000 pF - besser noch höher – Hauptsache Resonanz.



Bild 1.1: DL1YQ†, DJ7AI†, DL9LZ v.l.n.r im Shack bei DJ7AI in Buxtehude

Die Reporte hielten sich in Grenzen. Da der Langdraht abgebaut war, war ein Vergleich schwer möglich. Wir hatten aber den Eindruck, dass der Langdraht besser ging. Nur warum, konnten wir uns nicht erklären. Und da war noch der $\lambda/2$ Dipol – warum ein Dipol, wenn es doch besser geht, mit der G5RV?

Mit DJ7AI, Hans Herrmann Bösch†, Buxtehude, DL9LZ, Klaus Staats aus Stade, ein begnadeter Bastler und DL1YQ †, Dax (Haberstein) aus Cuxhaven, haben wir viel über die G5RV diskutiert. DJ7AI hatte für die höheren Bänder eine weit sichtbare Spinnen-Quad auf seinem Tower im Garten, die wir in tagelanger Arbeit für die Bänder 20, 15 und 10 auf Resonanz gebracht haben. Für die „langweiligen“ Bänder eine G5RV im Versuch, die später durch einen einfachen Dipol 2×27 m ersetzt wurde und wesentlich bessere Ergebnisse zeigte.

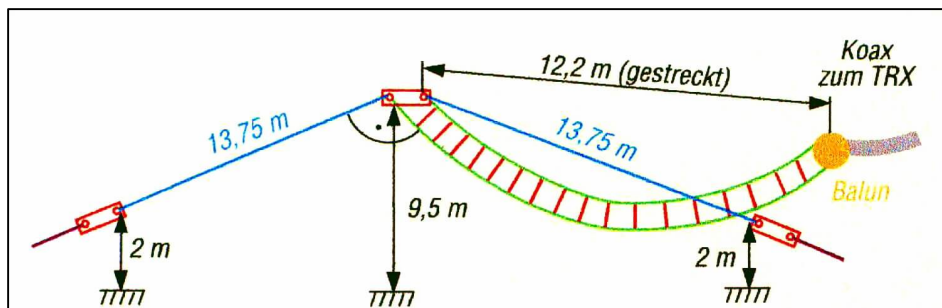


Bild 1.1: Geometrie der ZS6BKW Antenne nach einem Beitrag von DF1EO über „Amateurtechnik“

Die ZS6BKW entstand aus der G5RV Antenne. Die G5RV wurde von Louis Varney, Ende der 1940er Jahre vorgestellt. Sie wird auch heute noch, aus Unkenntnis der Zusammenhänge, verwendet. Die G5RV ist als Allbandantenne ohne externen Tuner nicht zu betreiben. So wurde in den 80er Jahren die G5RV Antenne von Brian Austin, G0GSF, ex ZS6BKW, mit dem Computer optimiert. Die elektrische Wirkungsweise, nämlich die Verwendung der symmetrischen Speiseleitung als Transformationsleitung, wurde beibehalten. Die Antennendrähte wurden verkürzt, die Speiseleitung wurde verlängert. Im Ergebnis hatte Brian angeblich bessere Resonanzpunkte mit guten SWR gefunden. Die neu optimierte Antenne nannte er dann sinnigerweise ZS6BKW Antenne.

Mit der Modifikation sollte auf den Bändern 40, 20, 17, 12 und 10 m, angeblich ohne Anpassnetzwerk, gesendet werden kann und wie bei der G5RV, die Antenne mit „harten“ Übergang von Zweidrahtleitung auf Koaxkabel funktionieren. Die Abmessungen sind aus Bild 1.1 ersichtlich. Später wurde dann am Ende der 12,2 m langen Hühnerleiter ein Balun vorgeschlagen, weil man wohl in Amateurkreisen endlich gemerkt hat, dass der harte Übergang von Symmetrisch zu Asymmetrisch viele Probleme bringt. Nur welcher Balun soll hier zum Einsatz kommen und was kann diese Antennenanlage wirklich? Das wollen wir näher untersuchen.

Im ersten Schritt berechnen wir nach der Momenten-Methode die Fußpunktimpedanz der Antenne und die Impedanz am Ende der 450 Ω Hühnerleiter, sowie die Verluste auf der 450 Ω Leitung

Frequenz MHz	Impedanz Antenne Ohm	Impedanz Hühnerleiter Ohm	Verlust HL-450 Ω L = 12,2m dB
3,60	5,8 + j 573	3,23 + j 22,65	2,219
7,15	174 + j 800	35,44 - j 6,32	0,126
14,15	136 - j 561	48,21 - j 52,03	0,192
21,2	2988 - j 2184	510 + j 1337	0,291
29,5	225 + j 398	119,39 - j 111,40	0,110

Tab. 1.1: Fußpunktimpedanzen der ZS6BKW Antenne inkl. Verluste der 450 Ω Hühnerleiter. Geometrie der Antenne nach Bild 1.1

Vorgeschlagen wird ein Balun am Eingang der Hühnerleiter, nur welcher Balun, welche Verluste stellen sich im Balun ein und welche Eingangsimpedanzen sind zu erwarten? Darüber gibt es keinerlei Aussagen, dabei beeinflusst der Balun maßgeblich die Verluste im Antennensystem. Wir untersuchen diverse Balun Arten am Eingang der 12,2 m langen Hühnerleiter.

2. Balun am Eingang der Hühnerleiter

2.1 Balun 1:1, gewickelt als Luftbalun

Frequenz MHz	1:1 Balun $Q_L = 50$, L = 1 μ H Eingangsimpedanz Ω	Verlust Balun dB	Verlust Hühnerleiter Tab.1.1 dB	Summe Verluste dB	Bemerkung
3,60	1,28 + j 12,49	2,47	2,219	4,660	unbrauchbar
7,15	12,14 + j 24,02	0,44	0,126	0,566	brauchbar
14,15	25,64 + j 35,65	0,47	0,192	0,662	brauchbar
21,2	31,25 + j 124,51	0,41	0,291	0,701	brauchbar
29,5	69,04 + j 74,95	0,37	0,110	0,480	brauchbar

Tab. 2.1: Gesamtverluste der Antennenanlage mit einem 1:1 Balun, L = 1 μ H, $Q_L = 50$, k = 0,95

Größere primäre Induktivitäten L_1 des Balun vergrößern die Verluste, so dass $L_{1max} = 1 \mu H$ gewählt werden muss. Kleinere Induktivitäten verringern den Realteil der Eingangsimpedanz, größere vergrößern die Verluste.

Bei den Impedanzen nach Tab.2.1 ist ein Koaxkabel zum Sender, wegen der hohen Verluste, sinnlos! Zur Erinnerung: Ein Verlust von 1dB entspricht einem Verlust von rund 20 %!

2.2 Balun 1: 4

Frequenz MHz	1:4 Balun $Q_L = 50$ Primäre Impedanz $L_1 = 1\mu H$	Verlust Balun dB	Verlust Hühnerleiter Tab.1.1 dB	Summe Verluste dB	Bemerkungen
3,60	1,18 + j 6,32	4,04	2,219	6,259	Unbrauchbar
7,15	9,90 + j 4,93	0,83	0,126	0,956	brauchbar
14,15	18,35 - j 2,06	1,04	0,192	1,232	unbrauchbar
21,2	11,52 + j 101,41	1,23	0,291	1,521	unbrauchbar
29,5	43,83 - j 2,96	0,89	0,110	1,000	brauchbar

Tab. 2.2: Gesamtverluste der Antennenanlage mit einem 1:4 Balun, $L_1 = 1\mu\text{H}$, $Q_L = 50$, $k = 0,95$
 Bei den Impedanzen nach Tab.2.2 ist ein Koaxkabel zum Sender, wegen der hohen Verluste, sinnlos!
 Zur Erinnerung ein Verlust von 1dB entspricht einem Verlust von rund 20 %!

2.3 Balun in der Ausführung als PUT

Frequenz MHz	PUT Balun $Q_L = 50$ $L = 5\mu\text{H}$	Verlust Balun dB	Verlust Hühnerleiter Tab.1.1 dB	Summe Verluste dB	Bemerkungen
3,60	1,79 + j 6,08	3,89	2,219	6,109	unbrauchbar
7,15	11,47 + j 0,06	1,07	0,126	1,196	unbrauchbar
14,15	17,87 - j 10,81	1,45	0,192	1,642	unbrauchbar
21,2	58,59 + j 236,47	0,31	0,291	0,601	brauchbar
29,5	42,42 - j 22,89	1,26	0,110	1,370	unbrauchbar

Tab. 2.3: Gesamtverluste der Antennenanlage mit einem Phasenumkehrtrafo (PUT) $L_{1\text{min}} = 5\mu\text{H}$, $Q_L = 50$, $k = 0,95$

Bei den Impedanzen nach Tab.2.3 ist ein Koaxkabel zum Sender, wegen der hohen Verluste, sinnlos!

2.4 Balun in der Ausführung als Guanella mit einer aufgewickelten Leitung

Frequenz MHz	Guanella Balun $l = 60\text{cm}$ $Z_0 = 120\ \Omega$	Verlust Guanella dB	Verlust gesamt dB	Bemerkungen
3,60	0,81 + j 8,35	0	2,219	unbrauchbar *
7,15	8,91 + j 3,72	0	0,126	unbrauchbar *
14,15	11,97 - j 2,75	0	0,192	unbrauchbar *
21,2	247,89 - j 192,16	0	0,291	unbrauchbar *
29,5	27,97 - j 10,75	0	0,110	unbrauchbar *

Tab. 2.4: Gesamtverluste der Antennenanlage mit einem Guanella Übertrager mit Leitungen. Länge der aufgewickelten Leitung $l = 60\text{ cm}$, Wellenwiderstand $Z = 120\ \Omega$. Verluste sind vernachlässigbar.

* Bei den Impedanzen nach Tab.2.4 ist ein Koaxkabel zum Sender, wegen der hohen Verluste, sinnlos!

2.5 LC-Anpassnetzwerk direkt am Eingang der Hühnerleiter

Frequenz MHz	L μH	C pF	Verlust LC-Netzwerk dB	Verlust Hühnerleiter Tab.1.1 dB	Verluste gesamt dB	Bemerk.	Eignung als Antennenanlage
3,60	3,24	2332	0,20	2,219	2,419	LpCs	unbrauchbar
7,15	0,66	280,4	0,08	0,126	0,134	CpLs	brauchbar
14,15	0,74	72,7	0,13	0,192	0,205	CpLs	brauchbar
21,2	3,03	23,3	0,87	0,291	1,089	LsCp	brauchbar
29,5	0,49	23,6	0,17	0,110	0,127	LsCp	brauchbar

Tab. 2.5: Verlust LC- Anpassnetzwerk und Gesamtverluste inkl. der Hühnerleiter $Q_L = 50$, $Q_c = 500$, Transformation auf $50\ \Omega$

Wie Tab.2.5 zeigt sind die Gesamtverluste im 80 m Band zu hoch. Als Antennenanlage nur brauchbar ab 40 m und höheren Frequenzen, wenn überhaupt.

Zusammenfassend kann man aus den Berechnungen des Abschnitts 2 folgern:

In der vorgeschlagenen Ausführung als Invertet -V mit 450Ω Hühnerleiter und Balun ist die Antennenanlage absolut unbrauchbar. Manchmal wird auch ein automatischer Antennentuner am Ende der 450Ω Leitung vorgeschlagen. Auch das ist wenig sinnvoll. Der Tuner kann wesentlich sinnvoller direkt am Fußpunkt der Antenne betrieben werden. Man spart sich die Verluste der Hühnerleiter.

Was ist also zu tun, wenn man tatsächlich nur $2 \times 13,75$ m Antenne spannen kann?

3. Überlegungen zur sinnvollen Nutzung der Antenne mit der kurzen Länge $2 \times 13,75$ m

Die Antenne wird parallel zur Erdoberfläche auf einer Höhe von $h = 12$ m gespannt. Die Impedanzen am Fußpunkt der Antenne berechnen sich zu

Frequenz MHz	Impedanz Antenne Ohm	Gewinn der Antenne dBi	Polarisation
3,60	$16,9 - j 586$	6,99	H
7,15	$310 + j 704$	5,91	H
14,15	$98 - j 642$	10,8	H
21,2	$3491 - j 1119$	9,0	H
29,5	$539 + j 817$	9,9	H

Tab. 3.1

Als Zweidrahtleitung verwenden wir die verlustärmere 600Ω Leitung und berechnen für die kritische Frequenz $f = 3,6$ MHz die Verluste und die Eingangsimpedanz als Funktion der Länge der Zuleitung

Länge der Leitung m	Eingangsimpedanz der Hühnerleiter Ohm	Verlust dB
0	$16,9 - j 586$	0
0,5	$15,7 - j 539$	0,022
1	$14,7 - j 496$	0,045
2	$13,1 - j 419$	0,097
3	$12,0 - j 349$	0,153
4	$11,1 - j 286$	0,215
5	$10,5 - j 228$	0,280
6	$10,2 - j 173$	0,349
7	$9,9 - j 121$	0,420
8	$9,8 - j 70$	0,492
9	$9,85 - j 21$	0,564
10	$10,0 + j 27$	0,635
11	$10,3 + j 77$	0,705
12	$10,8 + j 128$	0,772
13	$11,4 + j 180$	0,836
14	$12,2 + j 235$	0,896
15	$13,3 + j 294$	0,951

Tab. 3.2

Wie man Tab. 3.2 entnehmen kann sollte die Länge der 600Ω Zuleitung nicht viel länger als $l = 5$ m sein, will man die Gesamtverluste unterhalb 1 dB einhalten. Natürlich kann ein automatisches Anpassgerät auch direkt an der Antenne betrieben werden. Dabei ist zu beachten in welcher Ausführung das APG ist, Pi- oder T-Filter und wie stimmt das AAG ab?

Wir nehmen an, dass eine Länge der 600Ω Hühnerleiter von 5 m ausreichend ist um an der Hauswand ein Anpassnetzwerk zu installieren. Am Eingang der Zweidrahtleitung ist dann bei der Frequenz $f = 3,6$ MHz,

nach Tab. 3.2, eine Impedanz von $Z = (10,5 - j 228) \Omega$ vorhanden. Für die anderen Frequenzen ergeben sich die Impedanzen aus Tab. 3.4.

Frequenz MHz	Impedanz Antenne Ohm	Impedanz Eingang Hühnerleiter Ohm	Verlust HL-600 Ω L = 5 m dB
3,60	16,9 - j 586	10,5 - j 228	0,280
7,15	310 + j 704	1831 - j 1380	0,006
14,15	98 - j 642	93 + j 593	0,124
21,2	3491 - j 1119	232 + j 702	0,058
29,5	539 + j 817	1075 + j 1047	0,034

Tab. 3.4

LC-Anpassnetzwerk

Frequenz MHz	L μ H	C pF	Verlust LC-Netzwerk dB	Verlust Hühnerleiter Tab.3.4	Verlust gesamt dB	Eignung als Antennenanlage
3,60	10,53	1582	0,99	0,280	1,16	brauchbar
7,15	8,00	56,1	0,39	0,006	0,396	Sehr gut
14,15	4,46	45,4	0,51	0,124	0,175	Sehr gut
21,2	2,44	32,3	0,38	0,058	0,483	Sehr gut
29,5	1,66	19,6	0,34	0,034	0,374	Sehr gut

Tab.3.5 LC-Anpassnetzwerk am Eingang der 5 m langen Hühnerleiter $Q_L = 100$, $Q_c = 500$

Wie Tab.3.5 zeigt, kann diese kurze Antenne für alle Bänder vorteilhaft genutzt werden, auch wenn beengte Platzverhältnisse vorhanden sind. Die Antenne muss nicht in Resonanz betrieben werden.

Die Bedingungen sind:

1. Antenne nicht als Invertet-V spannen
2. Als Zuleitung die verlustarme 600 Ω Leitung verwenden
3. Länge der Zuleitung nicht länger als 5 m, kürzer ist besser, wenn möglich
4. Ein automatisches Anpassgerät kann direkt am Fußpunkt der Antenne eingesetzt werden. Dabei muss ich aber wissen wie das AAG abstimmt und welche Schaltung verwendet wird. Pi- oder T-Schaltung oder LC? Bei falscher Abstimmung von Pi oder T ergeben sich hohe Verluste.

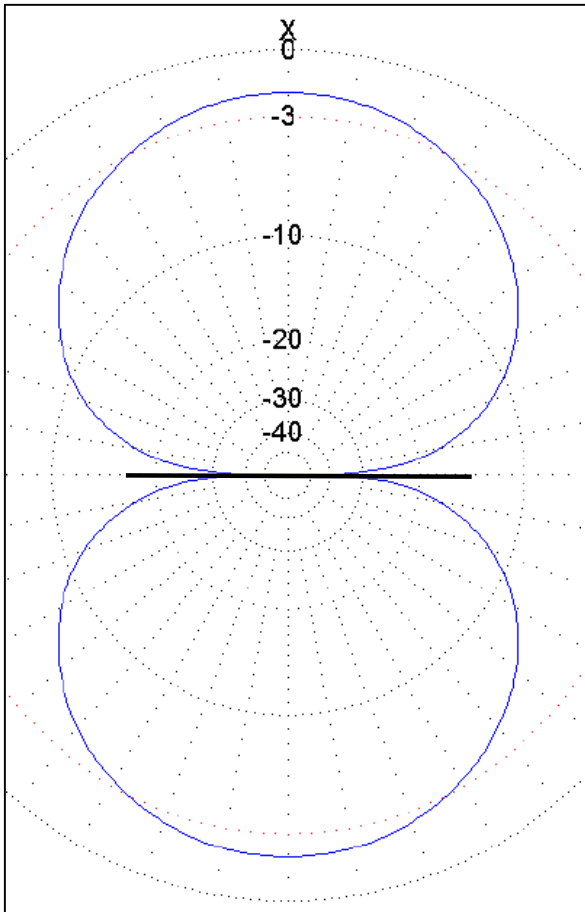


Bild 3.1: Horizontales Richtdiagramm der Antenne im 80 m Band

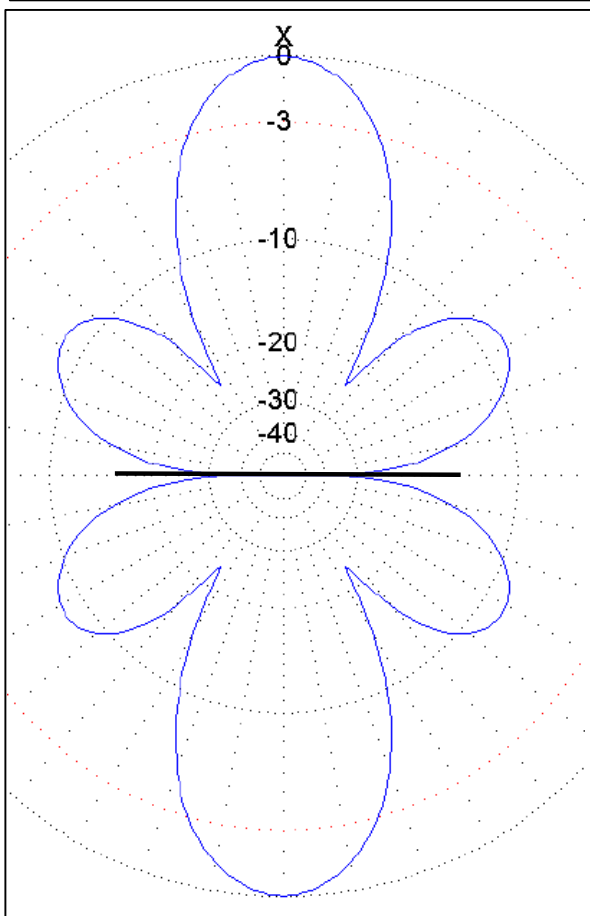


Bild 3.2: Horizontales Richtdiagramm der Antenne im 20 m Band

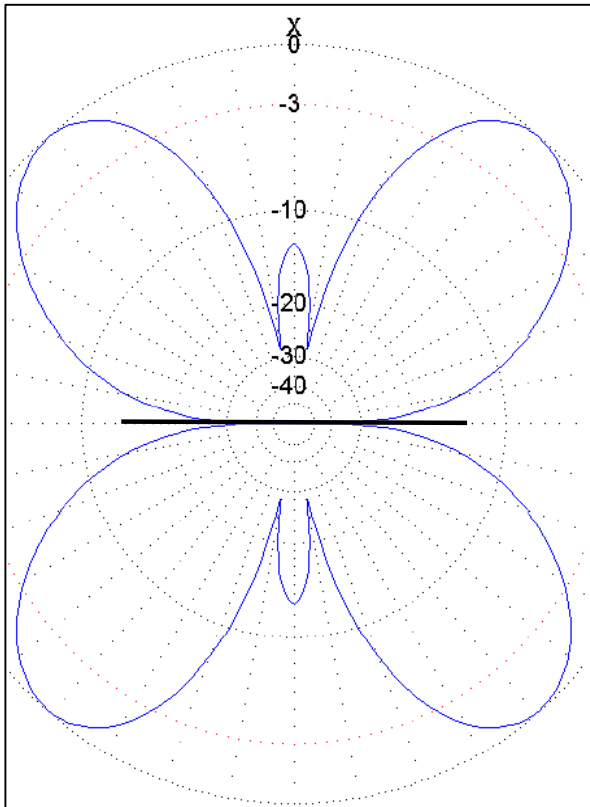


Bild 3.3: Horizontales Richtdiagramm der Antenne bei 18,120 MHz

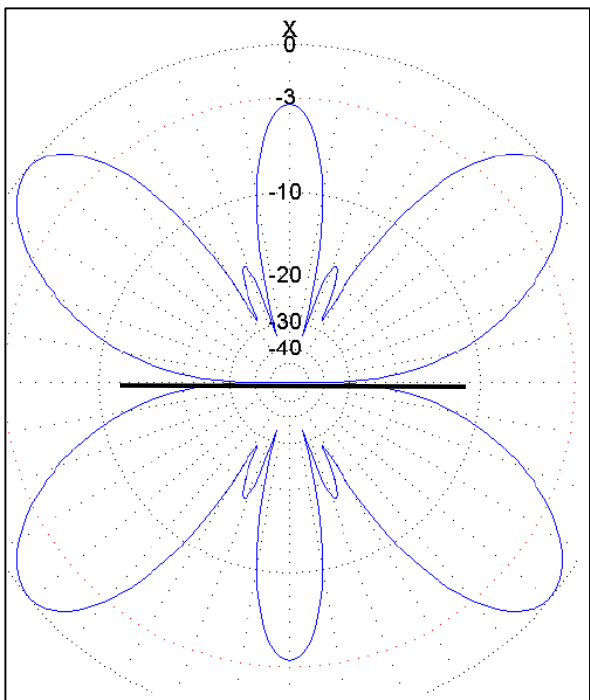


Bild 3.4: Horizontales Richtdiagramm der Antenne bei 29,5 MHz

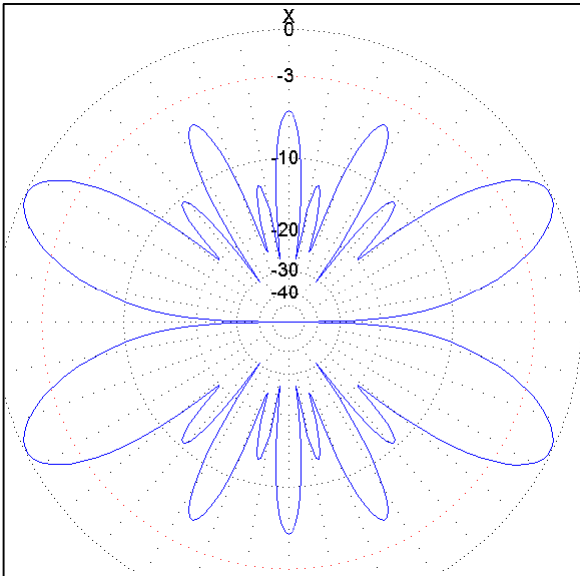


Bild 3.5: Horizontales Richtdiagramm der Antenne bei 50 MHz

Zusammenfassung:

Die ZS6BKW Antenne ist eine „Wunderantenne“. Wundern kann man sich nur darüber, dass diese Antenne überhaupt propagiert wird. Wie die Berechnungen zeigen, dürfen auf keinen Fall am Ende der Hühnerleiter Balune, egal welcher Art, eingesetzt werden. Eigentlich ist die Antennenanlage in der von ZS6BKW vorgeschlagenen Ausführung unbrauchbar.

Eine Speisung mit Koaxkabel und Balun am Eingang der Hühnerleiter ist völliger Unsinn. Warum rechnet man nicht einmal solche Antennenanlage mit Verlusten, bevor eine solche Antenne in Zeitschriften für den Funkamateure vorgestellt wird. Als Vergleich sei auf den Beitrag über „Mythos G5RV“ hingewiesen.

Selbst bei beengten Platzverhältnissen kann dieser Dipol mit der Gesamtlänge $l = 27,5$ m und einer 600Ω Hühnerleiter der Länge $L = 5$ m oder kürzer, mit einem einfachen LC-Netzwerk zu Anpassung auf die Systemimpedanz des Senders, vorteilhaft eingesetzt werden. Die Antenne muss nicht in Resonanz sein um Leistung abzustrahlen. Wie die Berechnungen zeigen kann die Transformations-Eigenschaft der Hühnerleiter vorteilhaft genutzt werden, deren Länge aber niemals über $l = 5$ m sein darf. (Tab.3.3). Dann kann auch diese kurze Antenne für den gesamten KW-Bereich, außer dem 160 m Band genutzt werden.

Für die Antenne und Hühnerleiter ist Volldraht anstatt Litze, die richtige Wahl, entgegen der gängigen Meinungen im Kreise der Funkamateure. Auch Feldkabel oder ähnliche Kabel haben im Antennenbau nichts zu suchen. Als Alternative für den Antennendraht bietet sich Aluminium, wegen des geringeren Gewichtes, an. Hier sei auf den Beitrag über „Aluminium im Antennenbau“ hingewiesen.

Die notwendige Transformation auf die Systemimpedanz kann immer mit einer einfachen LC-Anordnung erfolgen. Dabei ist es egal ob die LC-Kombination symmetrisch oder asymmetrisch ausgeführt wird. Bei der symmetrischen Ausführung führen allerdings geringe Abweichungen von der Symmetrie der Blindelemente zu Ausgleichsströmen und Asymmetrien auf der Zweidrahtleitung, kenntlich an den unterschiedlichen Strömen in den beiden „Beinen“ der Zweidrahtleitung. Also besser ein asymmetrisches LC-Anpassnetzwerk mit vorgeschalteter Mantelwellensperre zwischen Sender und Netzwerk.

DL3LH, Walter

wa-schau@t-online.de

dl3lh@gmx.de

www.gutachten-emvu.jimdo.com

Literatur:

- /1/ „The G5RV Multiband Antenna ... Up to Date”, L. Varney, G5RV, The ARRL Antenna Compendium, Volume 1, Newington, ARRL
- /2/ Die Antenne macht die Musik, DL3LH
- /3/ Mythos Balun, DL3LH
- /4/ Lehrbuch der Hochfrequenztechnik, Zinke/Brunswig, Springer Verlag
- /5/ Einführung in die theoretische Elektrotechnik, K. Küpfmüller, Springer Verlag
- /6/ Mathematische Methoden in der Hochfrequenztechnik, K. Pöschel, Springer Verlag
- /7/ Aluminium oder Kupfer im Antennenbau?

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.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.