

# Yagi-Antennas for 144 MHz

Rainer Bertelsmeier, DJ9BV

## 1. Design

Um hohen Gewinn, einfachen Aufbau und einfache Speisung mit breitbandig niedrigen VSWR zu erreichen, wurde beim Design der vorliegenden Antennen auf das Entwurfsprinzip von DL6WU ([3],[4],[5]) zurueckgegriffen. Die Grafik in Bild 1 zeigt, dass weder kommerzielle noch Selbstbau-Antennen den Gewinn dieser Antennen bei gleicher Boomlaenge uebertreffen. Diese ausgezeichneten Eigenschaften wurden durch "Bearbeitung" der aus dem DL6WU Entwurfsprinzip resultierenden Antennenabmessungen mit Hilfe eines Antennen-Simulationsprogramms ([2]) erreicht. Damit konnten sowohl das Diagramm - z.B. das F/B-Verhaeltnis - und der Gewinn geringfuegig gegenueber dem Original verbessert werden. Die guenstigen Eigenschaften des DL6WU-Designs konnten dabei erhalten werden. Diese sind:

- Gewinn-Maximum oberhalb der Entwurfsfrequenz. Daraus folgt Unempfindlichkeit gegen Naesse und gegen leichte Vereisung.
- 50 Ohm Fusspunkt-Impedanz erlaubt einfache Speisung mit Faltdipol ohne spezielle Anpass-Schaltungen.
- Breitbandige Gewinn-Kurve. Deswegen "verzeiht" die Antenne Toleranzen in den Abmessungen oder sogar teilweise abgebrochene Elemente.
- Maximaler Gewinn bei gegebener Baulaenge. Siehe Bild 1!
- Erstklassiges Diagramm. Siehe Bilder 5-9
- Die Allgemeingueeltigkeit des Designs erlaubt Antennen mit beliebiger Laenge. Der Gewinn steigt monoton mit der Boomlaenge. Das F/B-Verhaeltnis schwankt periodisch zwischen 17 und mehr als 30 dB.

Die Vorzuege des DL6WU-Designs werden inzwischen auch von einer Reihe von kommerziellen Herstellern genutzt. Dazu gehoeren in USA die Firmen KLM, High-Gain, M2 (K6MYC) und in DL die Firmen Konni und HAG. Wie frappant sich ein verbessertes Design auswirkt, zeigt das Beispiel der High-Gain 215 B aus dem Jahre 1978, die 1,3 dB weniger Gewinn hat als die nach DL6WU gebaute neue High-Gain 215DX, die genau auf der Gewinn-Kurve des DL6WU-Designs liegt.

## 1. Design

To achieve the best performance currently possible these antennas have been designed according to the design procedure of DL6WU ([3],[4],[5]), which has been described some ten years ago. Additionally modern computer technology has been used to tweak these designs for even better performance, without losing the inherent properties of the DL6WU-Design, which are:

## Technical Reports: Yagi-Antennas for 144 MHz by DJ9BV

- Frequency for maximum gain is higher than design frequency. That cares for insensitivity against wet elements and light icing.
- 50 ohms impedance allows simple feed structure with folded dipole without any special matching systems.
- Broadband gain characteristic 'forgives' construction tolerances and even partial broken elements with only a vanishing small sacrifice in gain.
- Maximum gain for a given boom length.
- Pattern with low sidelobes. See figures 5 to 9.
- General design procedure allows design of yagi-antennas with any boom length greater than two wavelengths. Gain increases monotonically with boom length. The F/B-ratio varies periodically between 17 and 30 dB

The NEC-II simulation software ([2]) has been used to fine tune the dimensions for even higher gain and lower sidelobes, especially for the back lobe level. The results justify this approach. Gain is better than any commercial antenna on the market (see figure 1) and patterns are superior (See figures 5 - 9). So the home builder can take advantage of this design and will be able to construct one of the finest antenna systems possible.

The advantages provided by using the well proven DL6WU-design have been recognized by some of the commercial antenna companies also. Stateside the DL6WU-design is used by KLM, High-Gain and M2 (K6MYC). In DL the design is used by Konni and HAG. A very suggestive example for the superiority of DL6WU's design is the old HighGain 215B which achieves about 1.3 dB less gain than the modern HighGain 215DX, which has been patterned in the DL6WU-design. A counter example is given by the M2-5WL, which shows that using the DL6WU-design is not sufficient for best gain. This antenna seems to be 'tweaked' too much by computer optimizing. It is about 0.2 dB down from the available gain.

The following table shows the broadband characteristic:

**Table 1: Frequency characteristic of DJ9BV yagis**

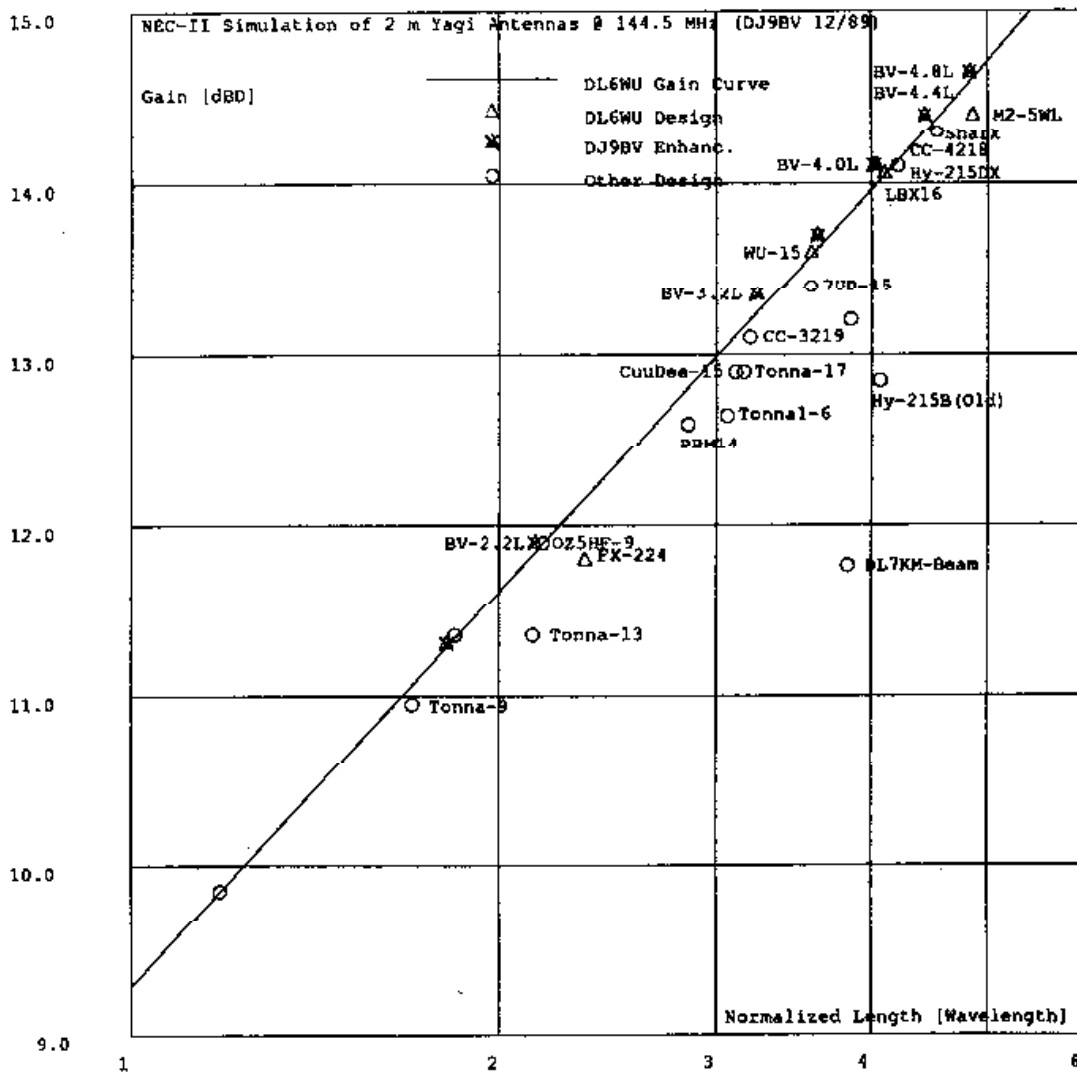
Design-Frequency: 145.0 MHz

Frequency/Gain characteristic:

Type: DJ9-2-4.4λ					
	144.0	144.5	145.0	145.5	146.0
Gain [dBD]	14.3	14.4	14.45	14.45	14.35
F/B [dB]	18.8	20.8	22.9	23.4	21.3

Feed-Point Impedance: 200/50 Ohm with folded dipole and w/ Balun

## Technical Reports: Yagi-Antennas for 144 MHz by DJ9BV



Bild/Figure 1: Gewinn von 2 m Yagis/Gain of 144 MHz Yagis

### 2. Konstruktion/Mechanical Data

Die Antennenkonstruktion ist relativ einfach. Die Elemente werden isoliert montiert. Das geschieht mit Hilfe von Nylon-Nieten, die aussen 6 mm und innen 3,8 mm Durchmesser haben. Diese werden beidseitig in 6 mm Loecher, die durch den Boom gebohrt werden, gesteckt und die Elemente mit 4 mm Durchmesser werden mit einem Hammer durch die Niete getrieben (Siehe Bild 4). Bei der Dipolkonstruktion ist darauf zu achten, dass Anschlussbuchse, Balun und die Enden des Dipols moeglichst induktivtaetsarm miteinander verbunden werden. Das erreicht man am einfachsten durch ein

## Technical Reports: Yagi-Antennas for 144 MHz by DJ9BY

U-foermiges Halteblech mit 2 Loechern fuer den Balun. Dieser wird mit dem Halteblech verlötet und dieses an die N-Buchse angeschraubt. Damit ist eine induktivtaetsarme Verbindung der Balun-Enden untereinander und mit der N-Buchse gewaehrleistet (Bild 3). Der Balun selbst besteht aus RG142B/U Teflonkabel, das doppelt abgeschirmt ist und eine Belastbarkeit von 800 W Dauerleistung auf 2 m hat. Von minderwertigen Kabeln wie RG58 oder RG213 ist Abstand zu nehmen. Eine Erhoehung des VSWR waere die Folge. Bei richtig konstruiertem Dipol ist das VSWR bei 144,5 MHz unter 1,2. Der Verlauf ist sehr breitbandig. Erst bei 146 Mhz wird ein Wert von 1,5 erreicht.

Alles andere wie Mast-Klammern oder Unterzuege bleiben der Kreativitaet des Nachbauers ueberlassen.

### 2. Construction

The construction of antenna is straightforward. Elements are mounted in an isolated fashion via nylon-rivets through the boom. Figure 4 shows the details. After inserting the nylon rivets in both sides of the boom the element is driven through the boom by a hammer. In building the folded dipole you have to achieve a low inductance connection of the balun ends and the input N-connector. This can be accomplished by a small U-type mounting plate made from brass (Figure 3). This plate connects the ends of the balun, which are soldered with their sleeve, and the N-connector. The balun itself is made from RG142B/U cable, which is doubly shielded and has a power capability of 800 Watts on 2 m. Inferiour cables like RG58 or RG213 should not be used because of the low shielding rate of these cables. In this case the VSWR will be deteriorated. With correctly built dipole the VSWR will be less than 1.2 at 144.5 MHz. The VSWR characteristic is very broadband. It will increase to 1.5 at 146 MHz.

With anything else like mast clamps or support boom you are on your own side.

### 3. Stockung

In der Tabelle "Electrical Data" sind fuer alle Antennen die optimalen Stockungsabstaende angegeben. Diese Abstaende ergeben fuer beliebige Gruppen (2,3,4 usw.) den maximalen Gewinn. Dabei sind die Stockungszipfel ca. -11,5 dB unterdrueckt und der Stockungsgewinn betraegt ca. 2,9 dB pro Verdopplung. Das kann man sehr schoen in Bild 9 erkennen, welches das Diagramm fuer eine 4-er Gruppe von DJ-2-4.0 zeigt. Der Stockungsgewinn betraegt 5,9 dB und der Gesamtgewinn fast 20 dBD. Der zulaessige Bereich fuer den Stockungsabstand betraegt zwischen 80 und 105 % des in der Tabelle angegebenen Abstandes.

### 3. Stacking

The stacking distances shown in the table 'electrical data' are for optimum gain. Stacking gain is about + 2.9 dB for a pair and stacking sidelobes are down - 11.5 dB. This can be seen in Figure 9, which shows the pattern for 4 times DJ9-2-4.0 with a stacking gain of 5.9 dB, stacking sidelobes of - 11.5 dB and a total gain of 20 dBD. The range of valid stacking distances is between 80 and 105 percent of those values specified in the table.

## Technical Reports: Yagi-Antennas for 144 MHz by DJ9BV

Mechanical Dimensions (DJ9RV)				
Element	Length [mm]	Distance [mm]	Position [mm]	Remarks
R1..R2	1083	---	0	2-er Reflector (4.8 $\lambda$ )
R1..R2	1053	---	0	2-er Reflector (1.8,3.2 $\lambda$ )
R	1030	---	0	1-er Reflector (2.1,3.6,4.0,4.4 $\lambda$ )
DE	990	360	360	Folded Dipole:8 mm Diameter!
D1	950	165	525	
D2	940	375	900	
D3	930	450	1350	
D4	920	525	1875	
D5	915	585	2460	
D6	910	630	3090	
D7	905	660	3750	DJ9-2-1.8 $\lambda$
D8	900	690	4440	DJ9-2-2.1 $\lambda$
D9	895	720	5160	
D10	890	750	5910	
D11	885	780	6690	DJ9-2-3.2 $\lambda$
D12	880	810	7500	DJ9-2-3.6 $\lambda$
D13	875	840	8340	DJ9-2-4.0 $\lambda$
D14	870	840	9180	DJ9-2-4.4 $\lambda$
D15	865	840	10020	DJ9-2-4.8 $\lambda$

### Notes:

The 2.1  $\lambda$ , 3.6  $\lambda$ , the 4.0  $\lambda$  and the 4.4  $\lambda$  types have a single reflector.

The 1.8  $\lambda$ , 3.2  $\lambda$  and 4.8  $\lambda$  types have a double reflector, which has a computer-optimized length to maintain a F/B-Ratio of better than 20 dB.

Please notice the different length of the various reflectors!

Boom: 20x20x2 mm square aluminium tubing †

Elements: 4 mm diameter AlMg3 aluminium rods (i.e. welding rods!)

Driven Element: Folded Dipole 8 mm diameter 8x1 mm Al Tubing (Figure 3)

Balun: 750 mm Teflon cable RG142 B/U (Sleeve length should be 720 mm!)

Element-Mount: Nylon rivets 61PR800000 from Heyman Manufacturing (Figure 4) \*

† For larger boom diameters add 1 mm for 25 mm, 3 mm for 30 mm and 6 mm for 40 mm diameter booms to the element lengths. Booms can be constructed with different diameters mixed (Tapered booms).

\* Heyman Manufacturing GmbH, Zu den Muehlen 17, D-6300 Giessen, BRD

Technical Reports: Yagi-Antennas for 144 MHz by DJ9BV

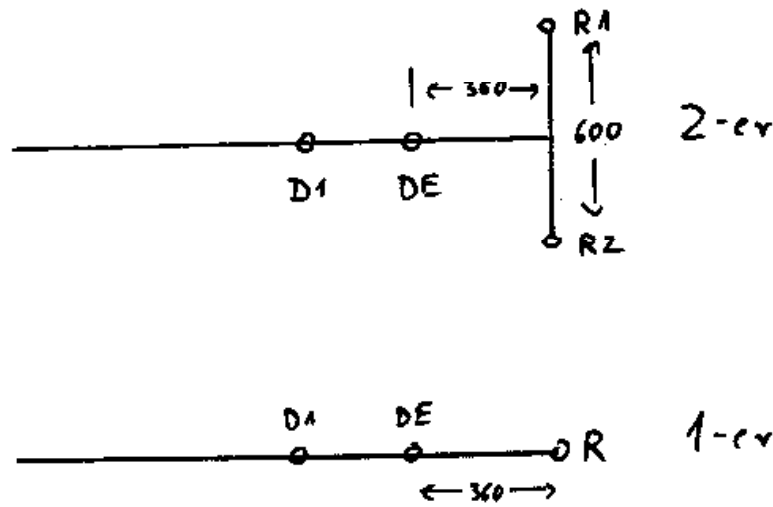


Bild2/Figure 2: (Reflector arrangement)

4. Electrical data (@ 144.5 MHz)

Gain figures include 0.1 dB loss for RG142 Teflon-Balun.

Efficiency is typically 98.2 % or 5.6 ° K for antenna without balun.

Electrical data (Simulation by DJ9BV)							
Type	Gain [dBT]	F/B [dB]	1. Sidelobe [dB]	E-Angle [°]	H-Angle [°]	E-Stack. [m]	H-Stack. [m]
DJ9-2-1.8λ	11.2	20.2	19.2	39.0	44.0	3.10	2.77
DJ9-2-2.1λ	11.8	24.2	19.2	36.8	40.5	3.29	3.00
DJ9-2-3.2λ	13.25	20.0	17.3	31.2	33.50	3.86	3.60
DJ9-2-3.6λ	13.6	20.8	16.8	30.0	31.75	4.00	3.79
DJ9-2-4.0λ	14.0	24.3	17.0	29.0	30.5	4.14	3.94
DJ9-2-4.4λ	14.3	21.0	17.0	28.0	29.5	4.29	4.07
DJ9-2-4.8λ	14.6	22.0	17.2	27.5	28.8	4.36	4.17

5. References

[1] R. Bertelsmeier, "Gain and Performance Data of 144 MHz Antennas", DUBUS 3(1988),

[2] G.J. Burke, A.J. Poggio, "Numerical Electrodynamics Code (NEC) - Method of Moments", NOSC TD 116, Vol. 1, 1981, San Diego, USA

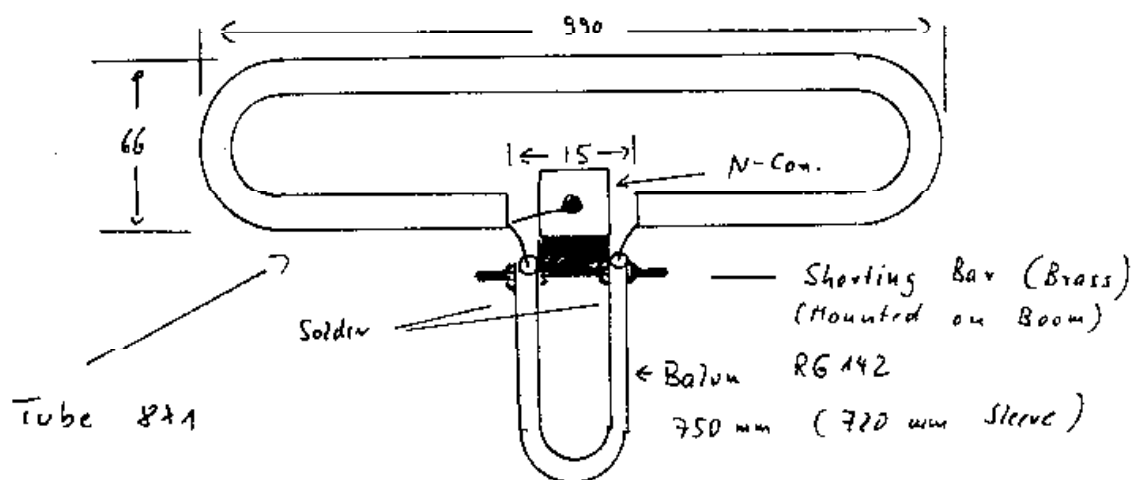


Bild 3/Figure 3: (Folded Dipole)

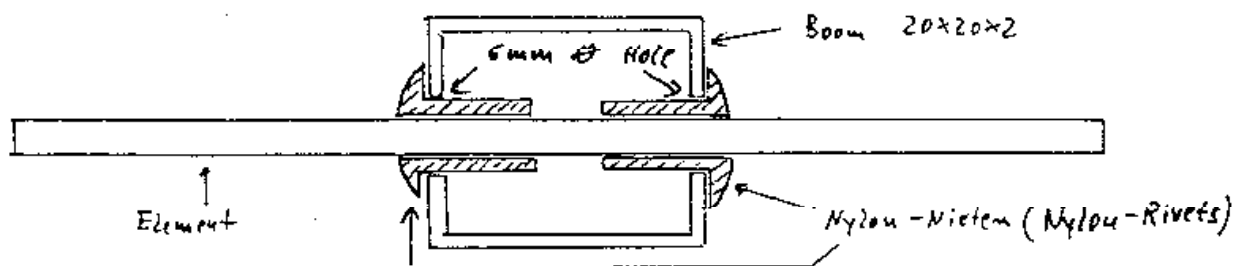


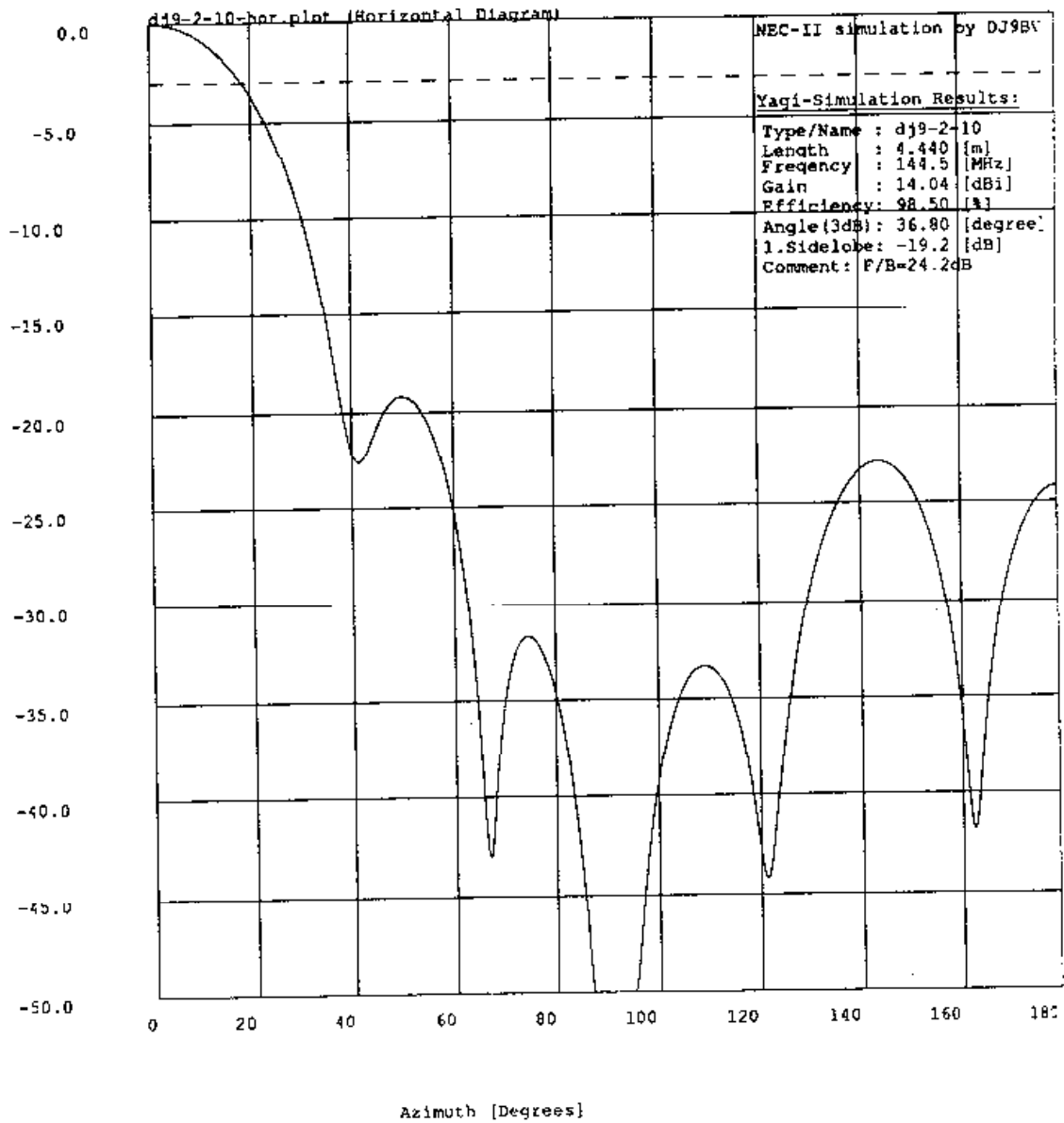
Bild 4/Figure 4: (Element Mounting)

[3] G. Hoch, "Wirkungsweise und optimale Dimensionierung von Yagi-Antennen", UKW-Berichte 17(1977), Heft 1, S.27-36

[4] G. Hoch, "Mehr Gewinn mit Yagi-Antennen", UKW-Berichte 18(1978), Heft 1, S.2-9

[5] G. Hoch, "Extrem lange Yagi-Antennen", UKW-Berichte 22(1982), Heft 1, S.3-11

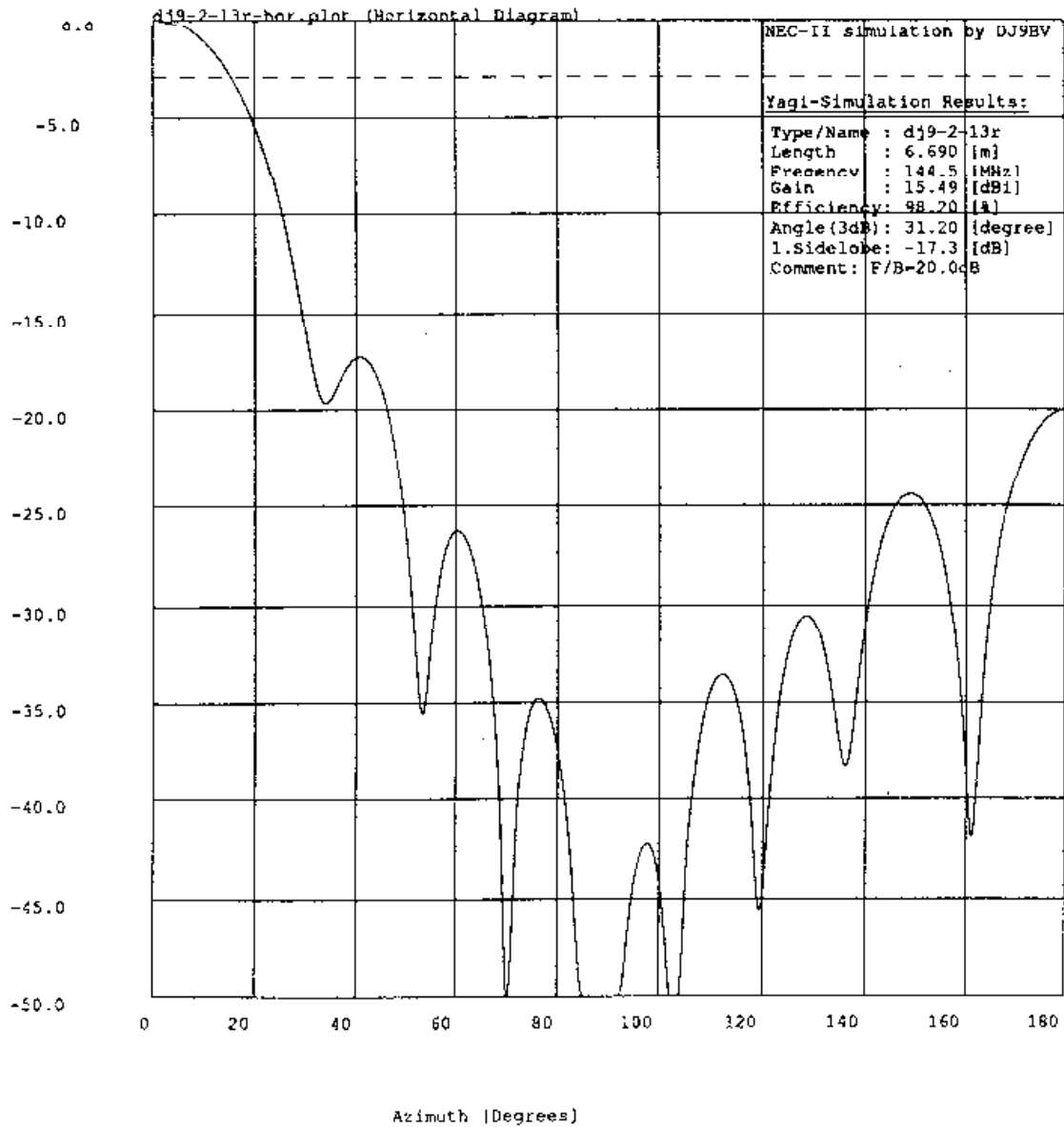
**Technical Reports: Yagi-Antennas for 144 MHz by DJ9BV**



**Bild 5/Figure 5 : Horizontal Diagramm/Pattern DJ9-2-2.1**

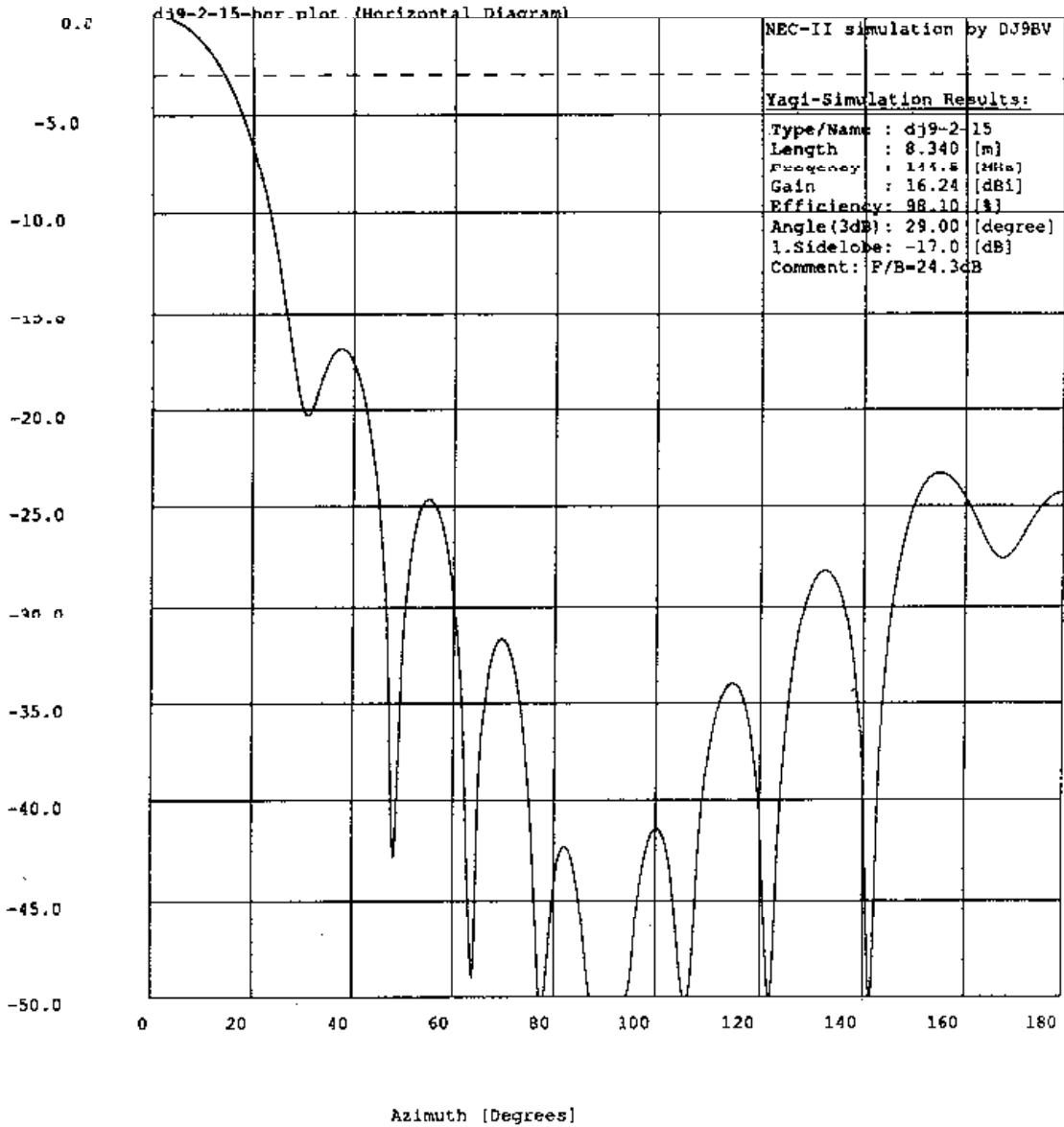


**Technical Reports: Yagi-Antennas for 144 MHz by DJ9BV**



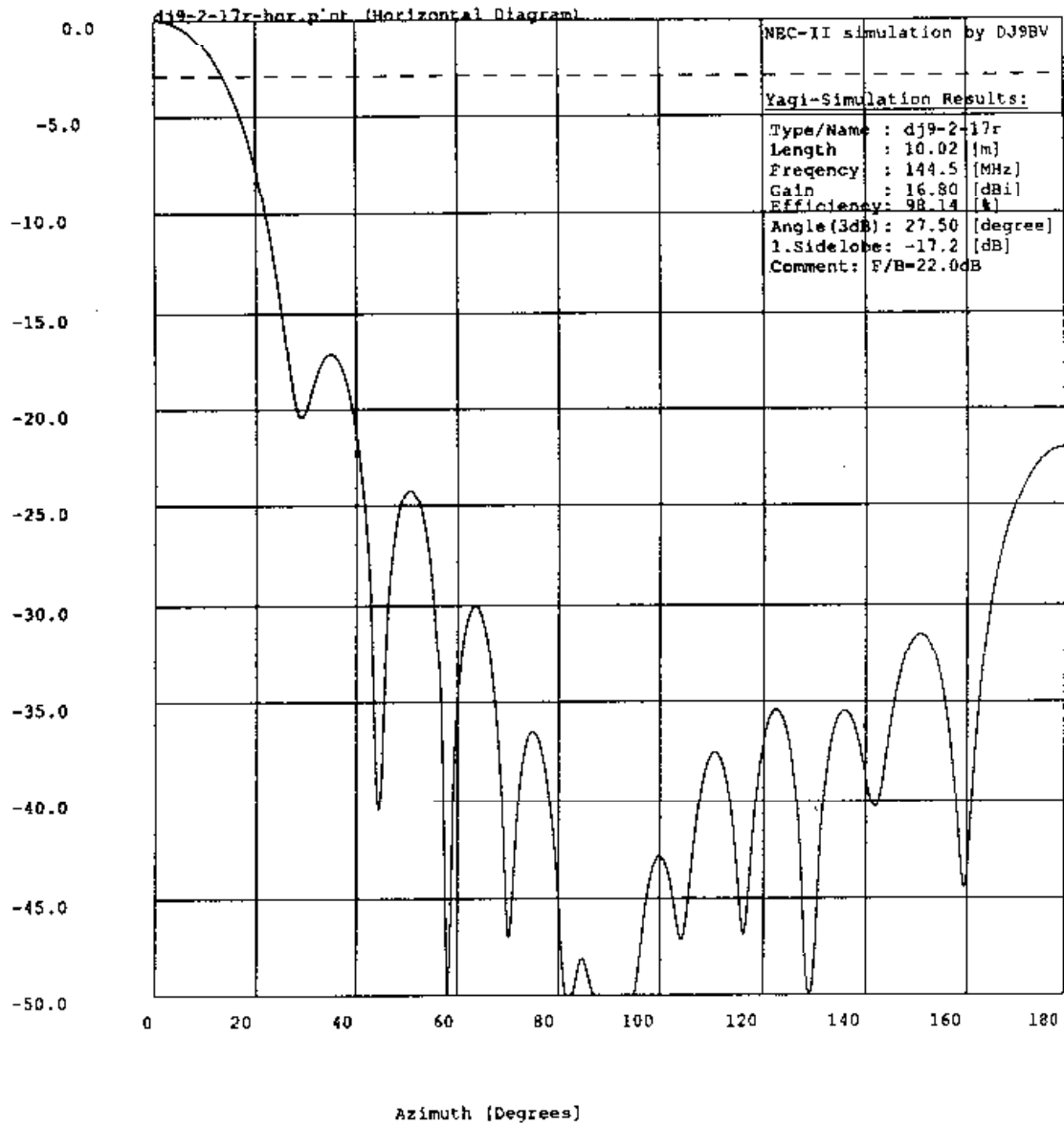
**Bild 6/ Figure 6 : Horizontal Diagramm/Pattern DJ9-2-3.2**

**Technical Reports: Yagi-Antennas for 144 MHz by DJ9BV**



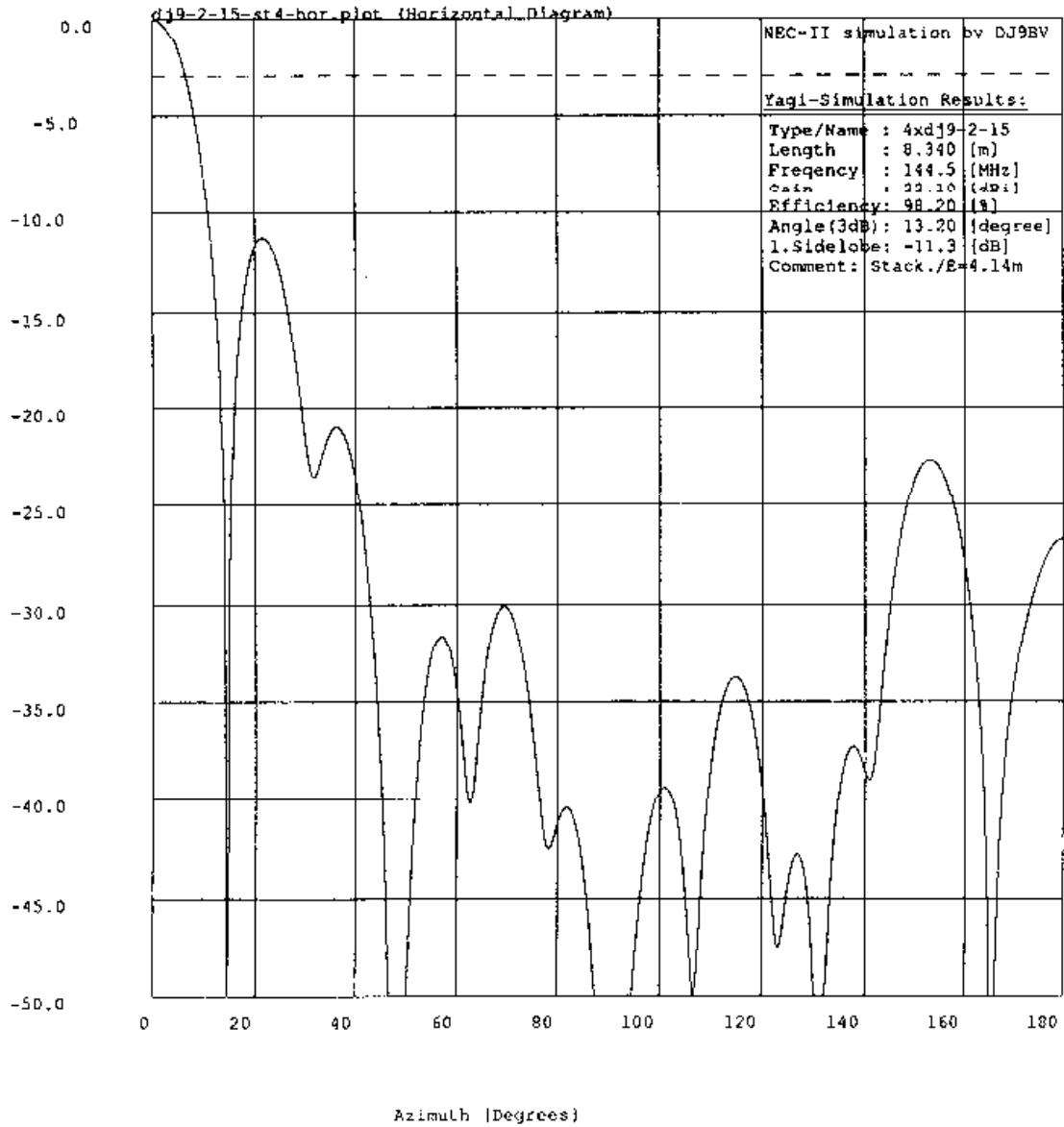
**Bild 7/Figure 7 : Horizontal Diagramm/Pattern DJ9-2-4.0**

**Technical Reports: Yagi-Antennas for 144 MHz by DJ9BV**



**Bild 8/Figure 8 : Horizontal Diagramm/Pattern DJ9-2-4.8**

**Technical Reports: Yagi Antennas for 144 MHz by DJ9BV**



*Bild 9/Figure 9 : Horizontal Diagramm/Pattern 4 x DJ9-2-4.0*

# Yagi-Antennas for 144 MHz

Rainer Bertelsmeier, DJ9BV

## 1. Design

Um hohen Gewinn, einfachen Aufbau und einfache Speisung mit breitbandig niedrigen VSWR zu erreichen, wurde beim Design der vorliegenden Antennen auf das Entwurfsprinzip von DL6WU ([3],[4],[5]) zurueckgegriffen. Die Grafik in Bild 1 zeigt, dass weder kommerzielle noch Selbstbau-Antennen den Gewinn dieser Antennen bei gleicher Boomlaenge uebertreffen. Diese ausgezeichneten Eigenschaften wurden durch "Bearbeitung" der aus dem DL6WU-Entwurfsprinzips resultierenden Antennenabmessungen mit Hilfe eines Antennen-Simulationsprogramms ([2]) erreicht. Damit konnten sowohl das Diagramm - z.B. das F/B-Verhaeltnis - und der Gewinn geringfuegig gegenueber dem Original verbessert werden. Die guenstigen Eigenschaften des DL6WU-Designs konnten dabei erhalten werden. Diese sind:

- Gewinn-Maximum oberhalb der Entwurfsfrequenz. Daraus folgt Unempfindlichkeit gegen Naesse und gegen leichte Vereisung.
- 50 Ohm Fusspunkt-Impedanz erlaubt einfache Speisung mit Faltdipol ohne spezielle Anpass-Schaltungen.
- Breitbandige Gewinn-Kurve. Deswegen "verzeiht" die Antenne Toleranzen in den Abmessungen oder sogar teilweise abgebrochene Elemente.
- Maximaler Gewinn bei gegebener Baulaenge. Siehe Bild 1!
- Erstklassiges Diagramm. Siehe Bilder 5-9.
- Die Allgemeinguetigkeit des Designs erlaubt Antennen mit beliebiger Laenge. Der Gewinn steigt monoton mit der Boomlaenge. Das F/B-Verhaeltnis schwankt periodisch zwischen 17 und mehr als 30 dB.

Die Vorzuege des DL6WU-Designs werden inzwischen auch von einer Reihe von kommerziellen Herstellern genutzt. Dazu gehoeren in USA die Firmen KLM, High-Gain, M2 (K6MYC) und in DL die Firmen Konni und HAG. Wie frappant sich ein verbessertes Design auswirkt, zeigt das Beispiel der High-Gain 215 B aus dem Jahre 1978, die 1,3 dB weniger Gewinn hat als die nach DL6WU gebaute neue High-Gain 215DX, die genau auf der Gewinn-Kurve des DL6WU-Designs liegt.

## 1. Design

To achieve the best performance currently possible these antennas have been designed according to the design procedure of DL6WU ([3],[4],[5]), which has been described some ten years ago. Additionally modern computer technology has been used to tweak these designs for even better performance, without losing the inherent properties of the DL6WU-Design, which are:

- Frequency for maximum gain is higher than design frequency. That cares for insensitivity against wet elements and light icing.
- 50 ohms impedance allows simple feed structure with folded dipole without any special matching systems.
- Broadband gain characteristic 'forgives' construction tolerances and even partial broken elements with only a vanishing small sacrifice in gain.
- Maximum gain for a given boom length.
- Pattern with low sidelobes. See figures 5 to 9.
- General design procedure allows design of yagi-antennas with any boom length greater than two wavelengths. Gain increases monotonically with boom length. The F/B-ration varies periodically between 17 and 30 dB

The NEC-II simulation software ([2]) has been used to fine tune the dimensions for even higher gain and lower sidelobes, especially for the back lobe level. The results justify this approach. Gain is better than any commercial antenna on the market (see figure 1) and patterns are superior (See figures 5 - 9). So the home builder can take advantage of this design and will be able to construct one of the finest antenna systems possible.

The advantages provided by using the well proven DL6WU-design have been recognized by some of the commercial antenna companies also. Stateside the DL6WU-design is used by KLM, High-Gain and M2 (K6MYC). In DL the design is used by Konni and HAG. A very suggestive example for the superiority of DL6WU's design is the old HighGain 215B which achieves about 1.3 dB less gain than the modern HighGain 215DX, which has been patterned in the DL6WU-design. A counter example is given by the M2-5WL, which shows that using the DL6WU-design is not sufficient for best gain. This antenna seems to be 'tweaked' too much by computer optimizing. It is about 0.2 dB down from the available gain.

The following table shows the broadband characteristic:

**Table 1: Frequency characteristic of DJ9BV yagis**

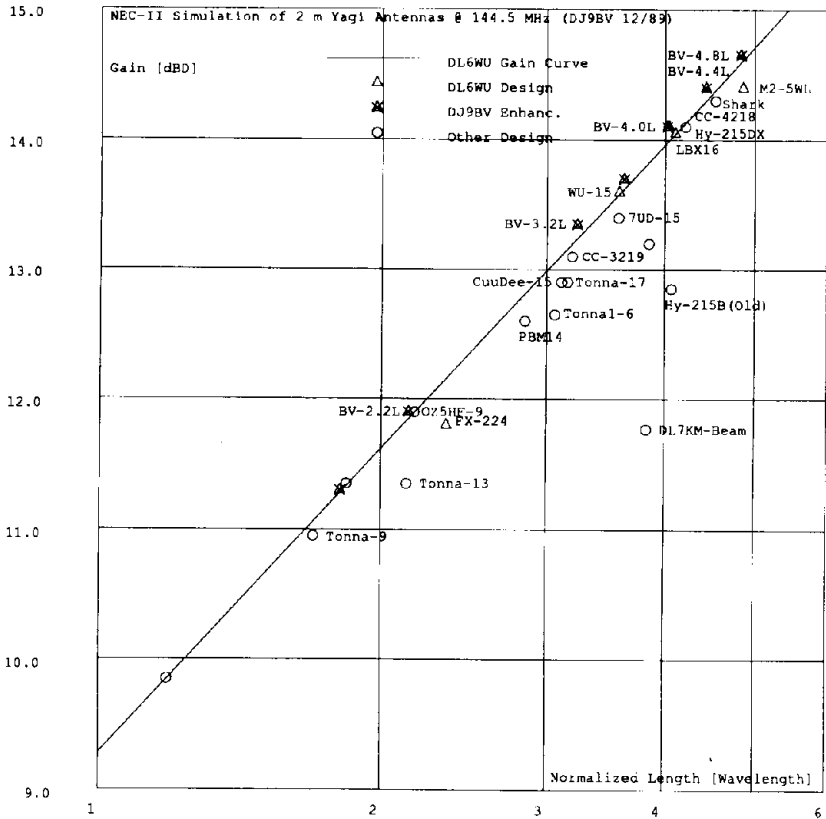
Design-Frequency: 145.0 MHz

Frequency/Gain characteristic:

Type: DJ9-2-4.4λ					
	144.0	144.5	145.0	145.5	146.0
Gain [dBD]	14.3	14.4	14.45	14.45	14.35
F/B [dB]	18.8	20.8	22.9	23.4	21.3

Feed-Point Impedance: 200/50 Ohm with folded dipole and w/ Balun

## Technical Reports: Yagi-Antennas for 144 MHz by DJ9BV



Bild/Figure 1: Gewinn von 2 m Yagis/Gain of 144 MHz Yagis

### 2. Konstruktion/Mechanical Data

Die Antennenkonstruktion ist relativ einfach. Die Elemente werden isoliert montiert. Das geschieht mit Hilfe von Nylon-Nieten, die aussen 6 mm und innen 3,8 mm Durchmesser haben. Diese werden beidseitig in 6 mm Loecher, die durch den Boom gebohrt werden, gesteckt und die Elemente mit 4 mm Durchmesser werden mit einem Hammer durch die Niete getrieben (Siehe Bild 4). Bei der Dipolkonstruktion ist darauf zu achten, dass Anschlussbuchse, Balun und die Enden des Dipols moeglichst induktivtaetsarm miteinander verbunden werden. Das erreicht man am einfachsten durch ein

U-förmiges Halteblech mit 2 Löchern fuer den Balun. Dieser wird mit dem Halteblech verlötet und dieses an die N-Buchse angeschraubt. Damit ist eine induktivtaetsarme Verbindung der Balun-Enden untereinander und mit der N-Buchse gewaehrleistet (Bild 3). Der Balun selbst besteht aus RG142B/U Teflonkabel, das doppelt abgeschirmt ist und eine Belastbarkeit von 800 W Dauerleistung auf 2 m hat. Von minderwertigen Kabeln wie RG58 oder RG213 ist Abstand zu nehmen. Eine Erhoehung des VSWR waere die Folge. Bei richtig konstruiertem Dipol ist das VSWR bei 144.5 MHz unter 1,2. Der Verlauf ist sehr breitbandig. Erst bei 146 Mhz wird ein Wert von 1,5 erreicht.

Alles andere wie Mast-Klammern oder Unterzuege bleiben der Kreativitaet des Nachbauers ueberlassen.

## **2. Construction**

The construction of antenna is straightforward. Elements are mounted in an isolated fashion via nylon-rivets through the boom. Figure 4 shows the details. After inserting the nylon rivets in both sides of the boom the element is driven through the boom by a hammer. In building the folded dipole you have to achieve a low inductance connection of the balun ends and the input N-connector. This can be accomplished by a small U-type mounting plate made from brass (Figure 3). This plate connects the ends of the balun, which are soldered with their sleeve, and the N-connector. The balun itself is made from RG142B/U cable, which is doubly shielded and has a power capability of 800 Watts on 2 m. Inferiour cables like RG58 or RG213 should not be used because of the low shielding rate of these cables. In this case the VSWR will be deteriorated. With correctly built dipole the VSWR will be less than 1.2 at 144.5 MHz. The VSWR characteristic is very broadband. It will increase to 1.5 at 146 MHz.

With anything else like mast clamps or support boom you are on your own side.

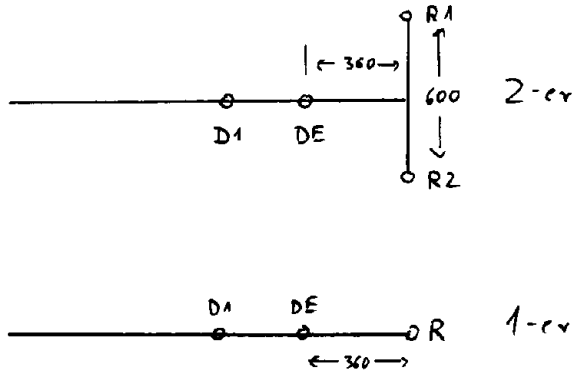
## **3. Stockung**

In der Tabelle "Electrical Data" sind fuer alle Antennen die optimalen Stockungsabstaende angegeben. Diese Abstaende ergeben fuer beliebige Gruppen (2,3,4 usw.) den maximalen Gewinn. Dabei sind die Stockungszipfel ca. -11,5 dB unterdrueckt und der Stockungsgewinn betraegt ca. 2,9 dB pro Verdopplung. Das kann man sehr schoen in Bild 9 erkennen, welches das Diagramm fuer eine 4-er Gruppe von DJ-2-4.0 zeigt. Der Stockungsgewinn betraegt 5,9 dB und der Gesamtgewinn fast 20 dBD. Der zulaessige Bereich fuer den Stockungsabstand betraegt zwischen 80 und 105 % des in der Tabelle angegebenen Abstandes.

## **3. Stacking**

The stacking distances shown in the table 'electrical data' are for optimum gain. Stacking gain is about + 2.9 dB for a pair and stacking sidelobes are down - 11.5 dB. This can be seen in Figure 9, which shows the pattern for 4 times DJ9-2-4.0 with a stacking gain of 5.9 dB, stacking sidelobes of - 11.5 dB and a total gain of 20 dBD. The range of valid stacking distances is between 80 and 105 percent of those values specified in the table.





**Bild2/Figure 2: (Reflector arrangement)**

**4. Electrical data (@ 144.5 MHz)**

Gain figures include 0.1 dB loss for RG142 Teflon-Balun.

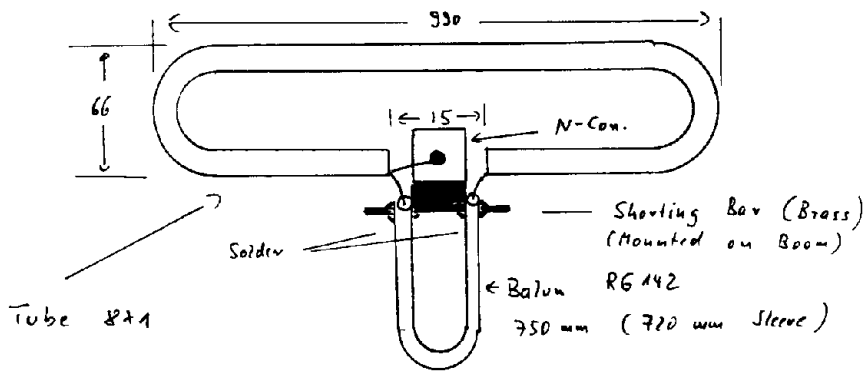
Efficiency is typically 98.2 % or 5.6 ° K for antenna without balun.

Electrical data (Simulation by DJ9BV)							
Type	Gain [dBD]	F/B [dB]	1. Sidelobe [dB]	E-Angle [°]	H-Angle [°]	E-Stack. [m]	H-Stack. [m]
DJ9-2-1.8λ	11.2	20.2	19.2	39.0	44.0	3.10	2.77
DJ9-2-2.1λ	11.8	24.2	19.2	36.8	40.5	3.29	3.00
DJ9-2-3.2λ	13.25	20.0	17.3	31.2	33.50	3.86	3.60
DJ9-2-3.6λ	13.6	20.8	16.8	30.0	31.75	4.00	3.79
DJ9-2-4.0λ	14.0	24.3	17.0	29.0	30.5	4.14	3.94
DJ9-2-4.4λ	14.3	21.0	17.0	28.0	29.5	4.29	4.07
DJ9-2-4.8λ	14.6	22.0	17.2	27.5	28.8	4.36	4.17

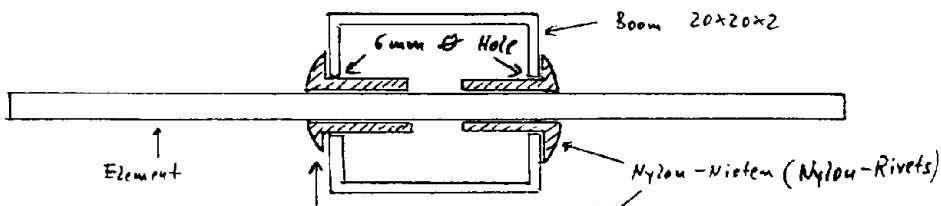
**5. References**

[1] R. Bertelsmeier, "Gain and Performance Data of 144 MHz Antennas", DUBUS 3(1988),

[2] G.J. Burke, A.J. Poggio, "Numerical Electrodynamics Code (NEC) - Method of Moments", NOSC TD 116, Vol. 1, 1981, San Diego, USA



**Bild 3/Figure 3: (Folded Dipole)**



**Bild 4/Figure 4: (Element Mounting)**

- [3] G. Hoch, "Wirkungsweise und optimale Dimensionierung von Yagi-Antennen", UKW-Berichte 17(1977), Heft 1, S.27-36
- [4] G. Hoch, "Mehr Gewinn mit Yagi-Antennen", UKW-Berichte 18(1978), Heft 1, S.2-9
- [5] G. Hoch, "Extrem lange Yagi-Antennen", UKW-Berichte 22(1982), Heft 1, S.3-11

<b>Mechanical Dimensions (DJ9BV)</b>				
<b>Element</b>	<b>Length [mm]</b>	<b>Distance [mm]</b>	<b>Position [mm]</b>	<b>Remarks</b>
R1..R2	1083	---	0	2-er Reflector (4.8 $\lambda$ )
R1..R2	1053	---	0	2-er Reflector (1.8,3.2 $\lambda$ )
R	1030	---	0	1-er Reflector (2.1,3.6,4.0,4.4 $\lambda$ )
DE	990	360	360	Folded Dipole:8 mm Diameter!
D1	950	165	525	
D2	940	375	900	
D3	930	450	1350	
D4	920	525	1875	
D5	915	585	2460	
D6	910	630	3090	
D7	905	660	3750	DJ9-2-1.8 $\lambda$
D8	900	690	4440	DJ9-2-2.1 $\lambda$
D9	895	720	5160	
D10	890	750	5910	
D11	885	780	6690	DJ9-2-3.2 $\lambda$
D12	880	810	7500	DJ9-2-3.6 $\lambda$
D13	875	840	8340	DJ9-2-4.0 $\lambda$
D14	870	840	9180	DJ9-2-4.4 $\lambda$
D15	865	840	10020	DJ9-2-4.8 $\lambda$

**Notes:**

The 2.1  $\lambda$ , 3.6  $\lambda$ , the 4.0  $\lambda$  and the 4.4  $\lambda$  types have a single reflector.

The 1.8  $\lambda$ , 3.2  $\lambda$  and 4.8  $\lambda$  types have a double reflector, which has a computer-optimized length to maintain a F/B-Ratio of better than 20 dB.

Please notice the different length of the various reflectors!

Boom: 20x20x2 mm square aluminium tubing †

Elements: 4 mm diameter AlMg3 aluminium rods (i.e. welding rods!)

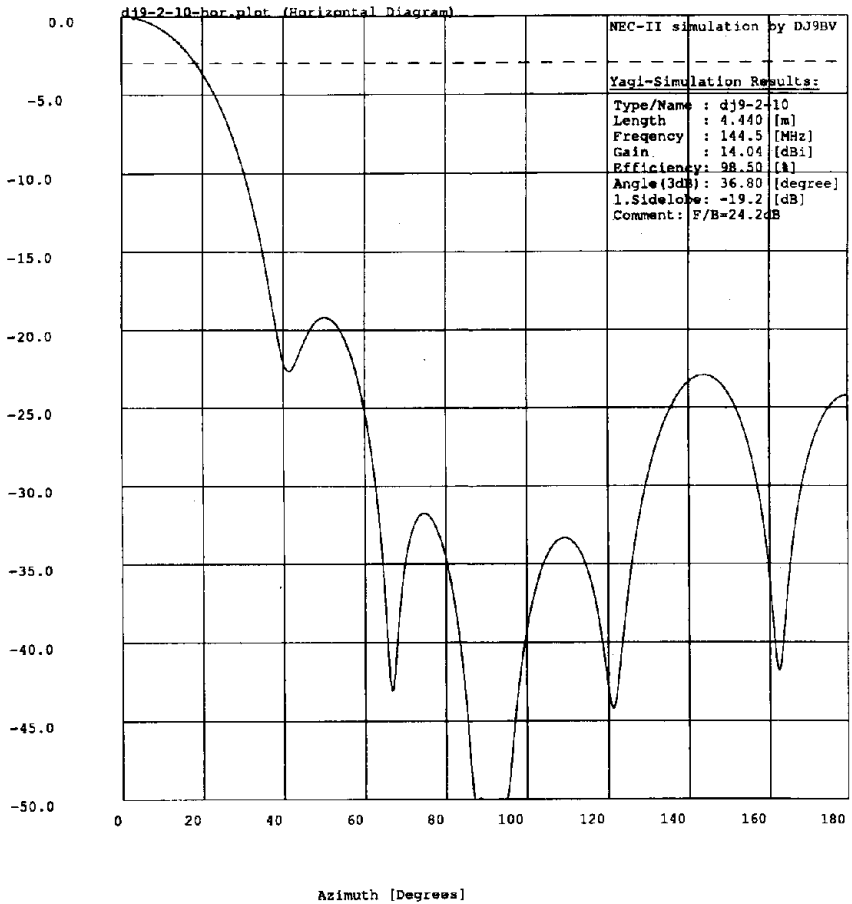
Driven Element: Folded Dipole 8 mm diameter 8x1 mm Al Tubing (Figure 3)

Balun: 750 mm Teflon cable RG142 B/U (Sleeve length should be 720 mm!)

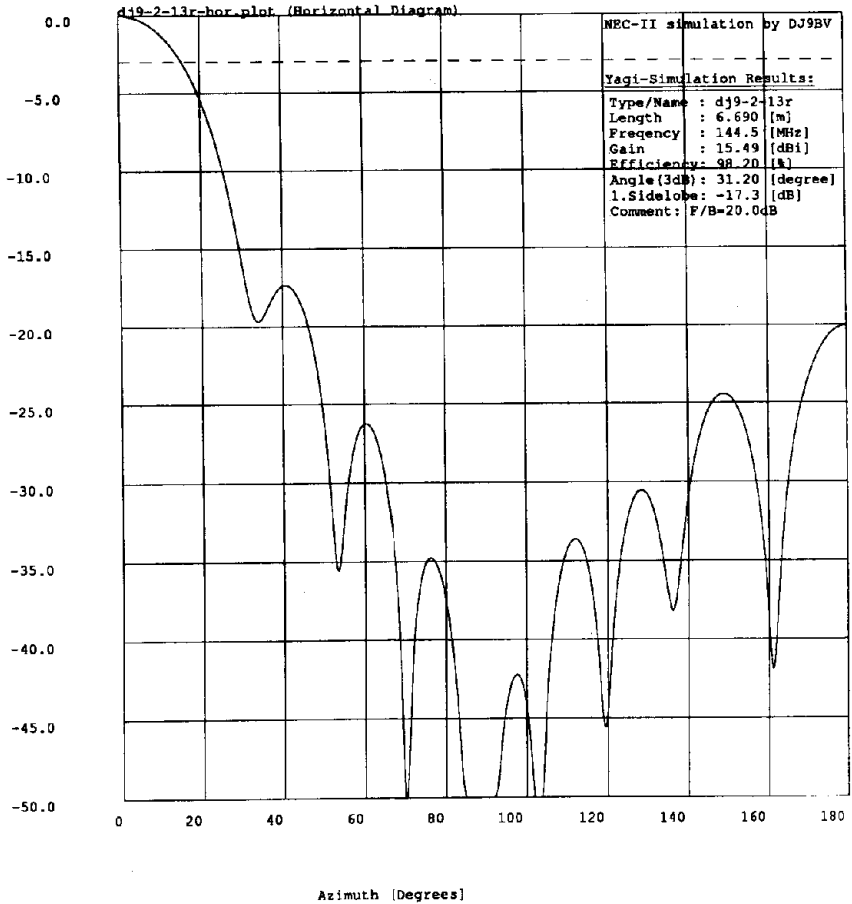
Element-Mount: Nylon rivets 61PR800000 from Heyman Manufacturing (Figure 4) \*

† For larger boom diameters add 1 mm for 25 mm, 3 mm for 30 mm and 6 mm for 40 mm diameter booms to the element lengths. Booms can be constructed with different diameters mixed (Tapered booms).

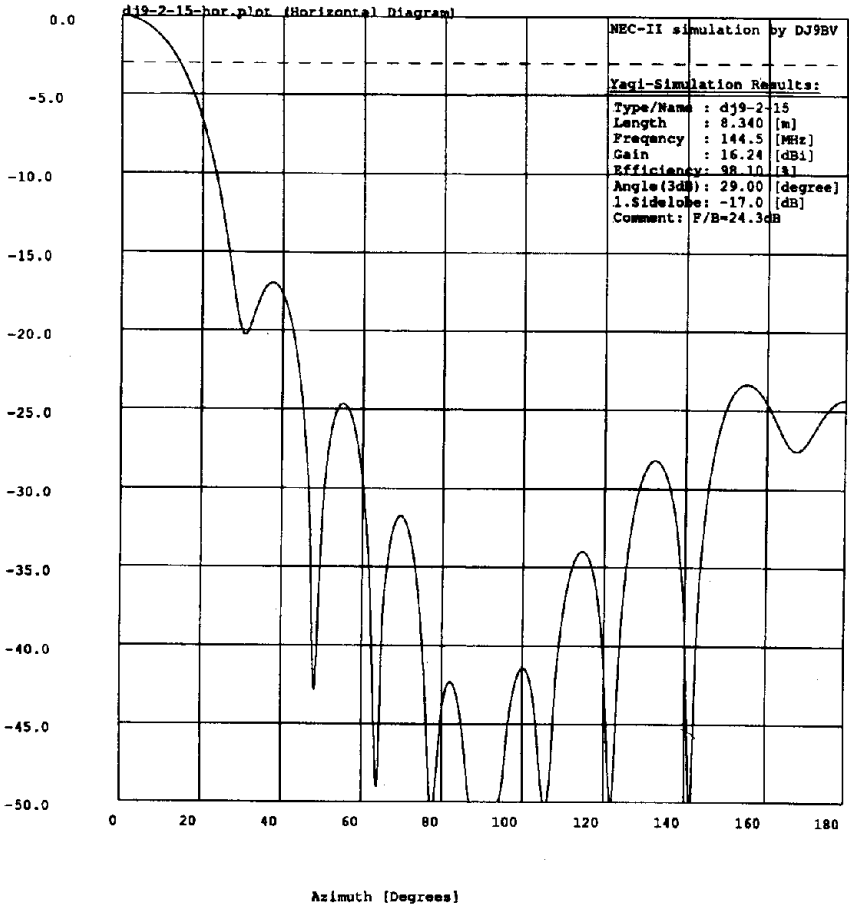
\* Heyman Manufacturing GmbH, Zu den Muehlen 17, D-6300 Giessen, BRD



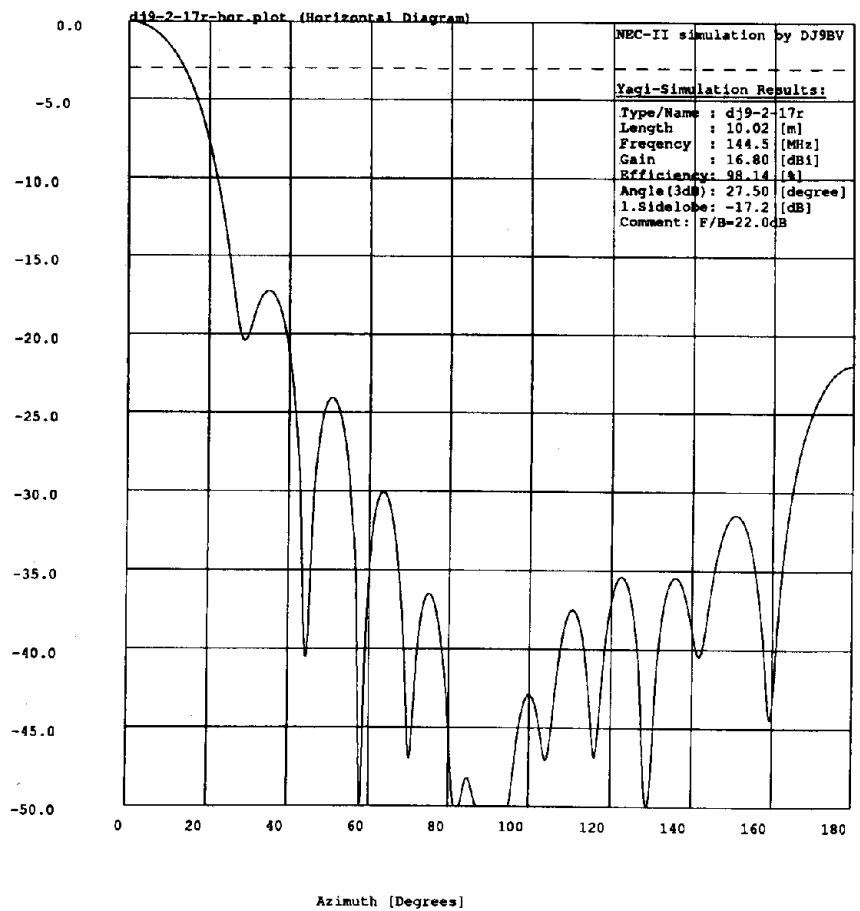
**Bild 5/Figure 5 : Horizontal Diagramm/Pattern DJ9-2-2.1**



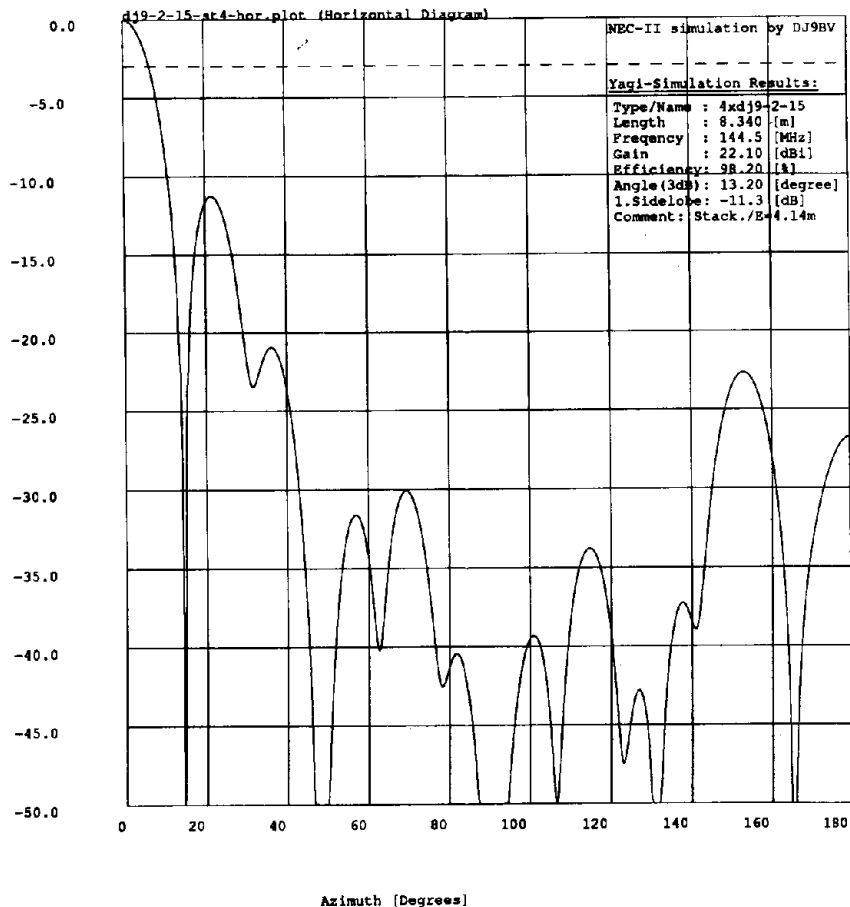
**Bild 6/Figure 6 : Horizontal Diagramm/Pattern DJ9-2-3.2**



**Bild 7/figure 7 : Horizontal Diagramm/Pattern DJ9-2-4.0**



**Bild 8/Figure 8 : Horizontal Diagram/Pattern DJ9-2-4.8**



**Bild 9/Figure 9 : Horizontal Diagramm/Pattern 4 x DJ9-2-4.0**

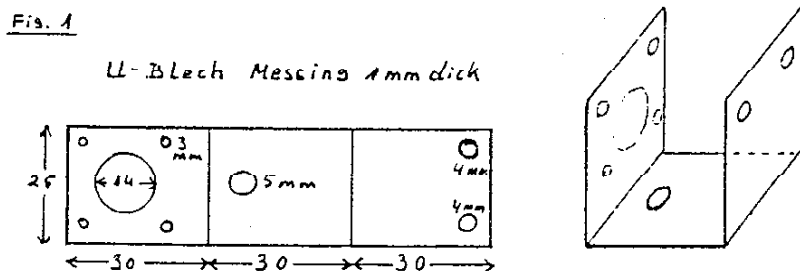


# Construction of folded dipole for 2 m Yagis

Fred Schulze, PE1DAB  
 Harlinger Weg 22  
 NL-8821 LC Kimsward

Nach dem Erscheinen des Artikels von DJ9BV in DUBUS 1/90 beschloß ich, für EME eine Gruppe von 4 x 3,6 Lambda Antennen aufzubauen. Das Hauptproblem war die wetterfeste und elektrisch solide Konstruktion des Faltdipols zur Speisung der Antennen. Das Kernstück ist ein U-förmiges Halblech der auf der einen Seite eine N-Buchse aufnimmt und auf der anderen Seite eine induktivitätsarme

Figure 1/Bild 1: Mounting Plate/U-Bügel



Befestigung des RG-142 Teflon Baluns erlaubt. Bild 1 zeigt die mechanischen Abmessungen. Das Teil wird aus Messingblech gebogen. Als wetterfester Schutz dient ein Polycarbonat-Gehäuse von BOPLA, Typ 210. Bild 3 zeigt die komplette Konstruktion, wie mit der Schraube aus Bild 2 das Gehäuse und der Messing-U-Bügel auf die eine Seite des

Boomrohres und das Oberteil des Faltdipols auf die andere Seite des Boomrohres festgeschraubt werden. Eine Sicherungsschraube verhindert das Verdrehen des Gehäuses (Bild 4). Die Enden des Dipols und des Baluns werden durch PG7 bzw. PG9 Kabelverschraubungen geführt. Zum Abdichten eignen sich säurefreies Silikon, z.B. DOW CORNING SILASTIC 738, GE Silicone Comp. G624FK050 oder eine Vollausschäumung der Box mit POLYURETHAN (Bauschaum).

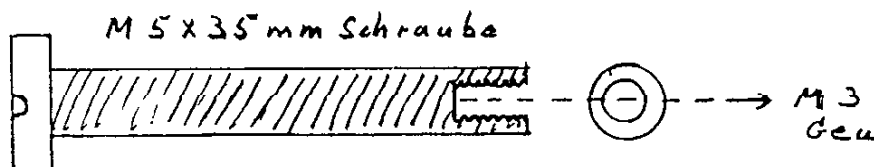
Nach einem 4-fach Koppler (DL7YC/SSB-Electr.) wurde das VSWR der Gesamtgruppe mit einem BIRD43 mit besser als 1,15 (RL=24 dB) gemessen. Die gleiche Konstruktion kann im Prinzip auch für 70 cm Dipole angewendet werden. Man muß nur die Dipollänge verändern.

## Hints & Kinks: Construction of folded dipole for 2 m Yagis by PE1DAB

English:

After reading the article of DJ9BV about 2 m Yagis in DUBUS 1/90 I decided to construct a group of 4 x 3.6 wavelength yagis for EME. The main problem during the construction turned out in the problem how to build a waterproof and electrically satisfactory folded dipole for the driven element. The main part is an U-shaped piece of brass (Figure 1), which holds the ends of the folded dipole, the N-connector

Figure 2/Bild 2: Mounting Bolt/Befestigungsschraube

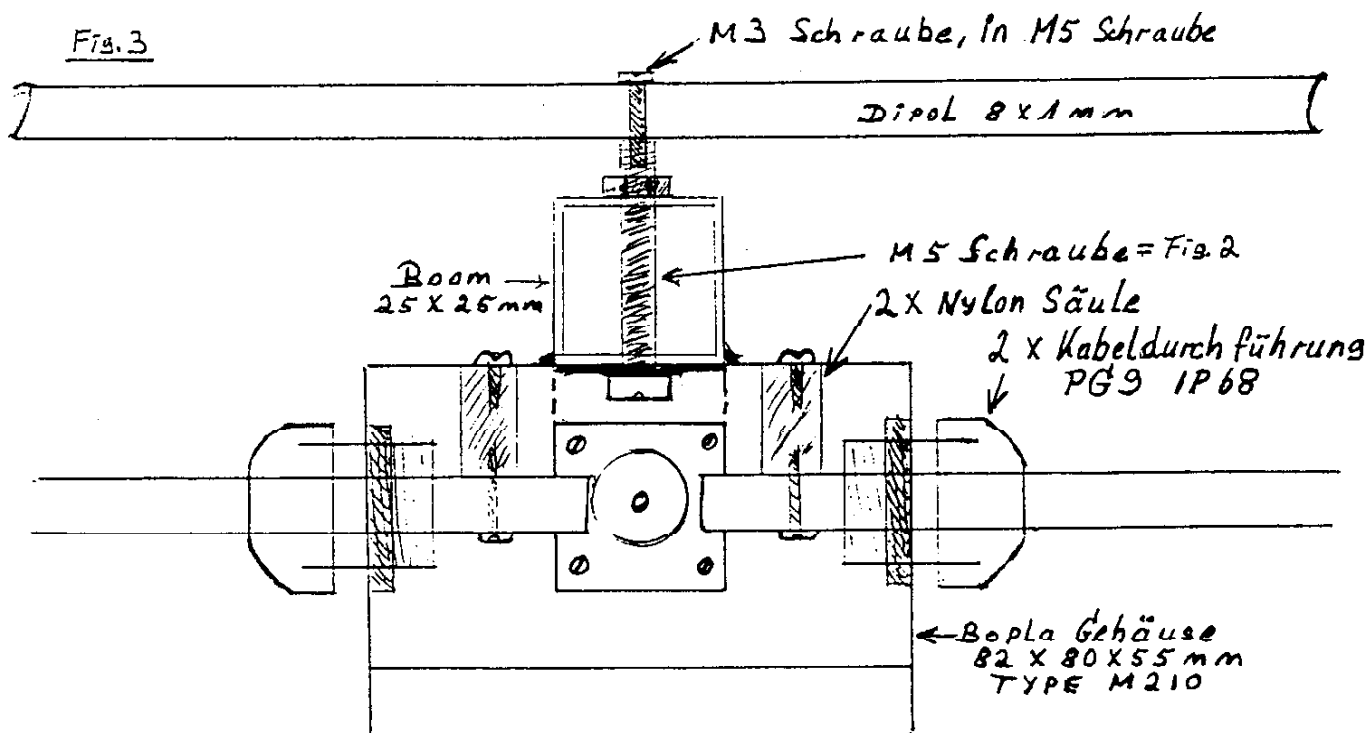


and the RG142 teflon balun. Because of the short paths involved a very low inductance is guaranteed for the connection of the balun sleeves and the N-connector. For water protection the whole assembly is housed by

a macralon cabinet from BOPLA, type 210. Figure 3 shows the total assembly. A screw according to figure 2 fixes the position of dipole and box on the boom. a second screw secures the box (Figure 4). The ends of the dipole and the balun are put through PG7 or PG9 cable feed troughs. For water protection acidless silicon DOW CORNING SILASTIC 738, GE Silicone Compound G624FK050 or simply POLYURETHANE, which is used for thermal isolation of buildings, is recommended.

After combining the array with lengths of 1/2" COMFLEX cable and a 4:1 combiner from DL7YC/SSB-Electr. a VSWR of less than 1.15 (RL=24 dB) could be measured a high power (1 kW forward).

Figure 3/Bild 3: Side View of Feed/Seitenansicht des Dipol-Kastens



Hints & Kinks: Construction of folded dipole for 2 m Yagis by PEIDAB

Figure 4/Rild 4: Top View of Feed/Obenansicht des Dipol-Kastens

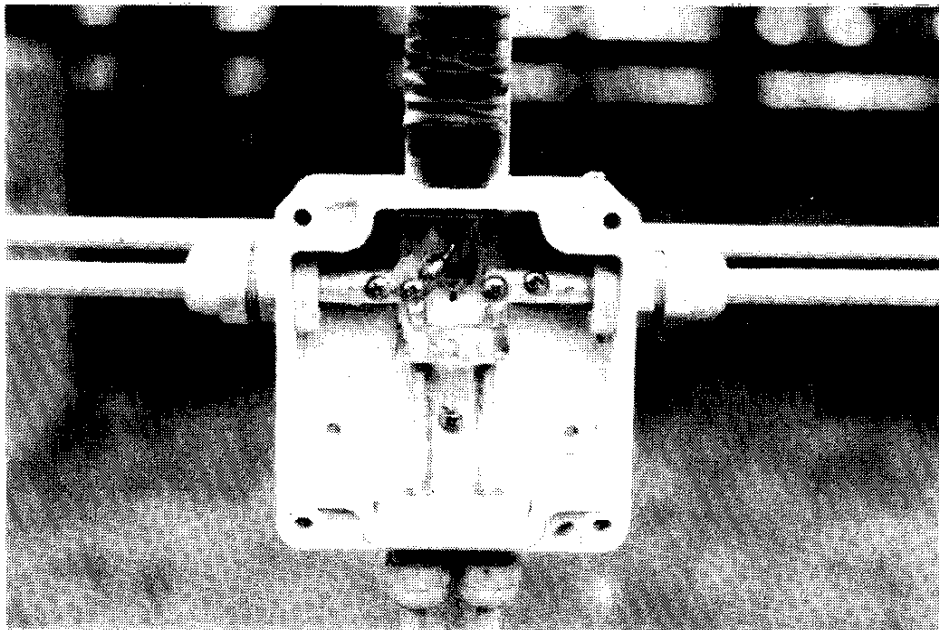
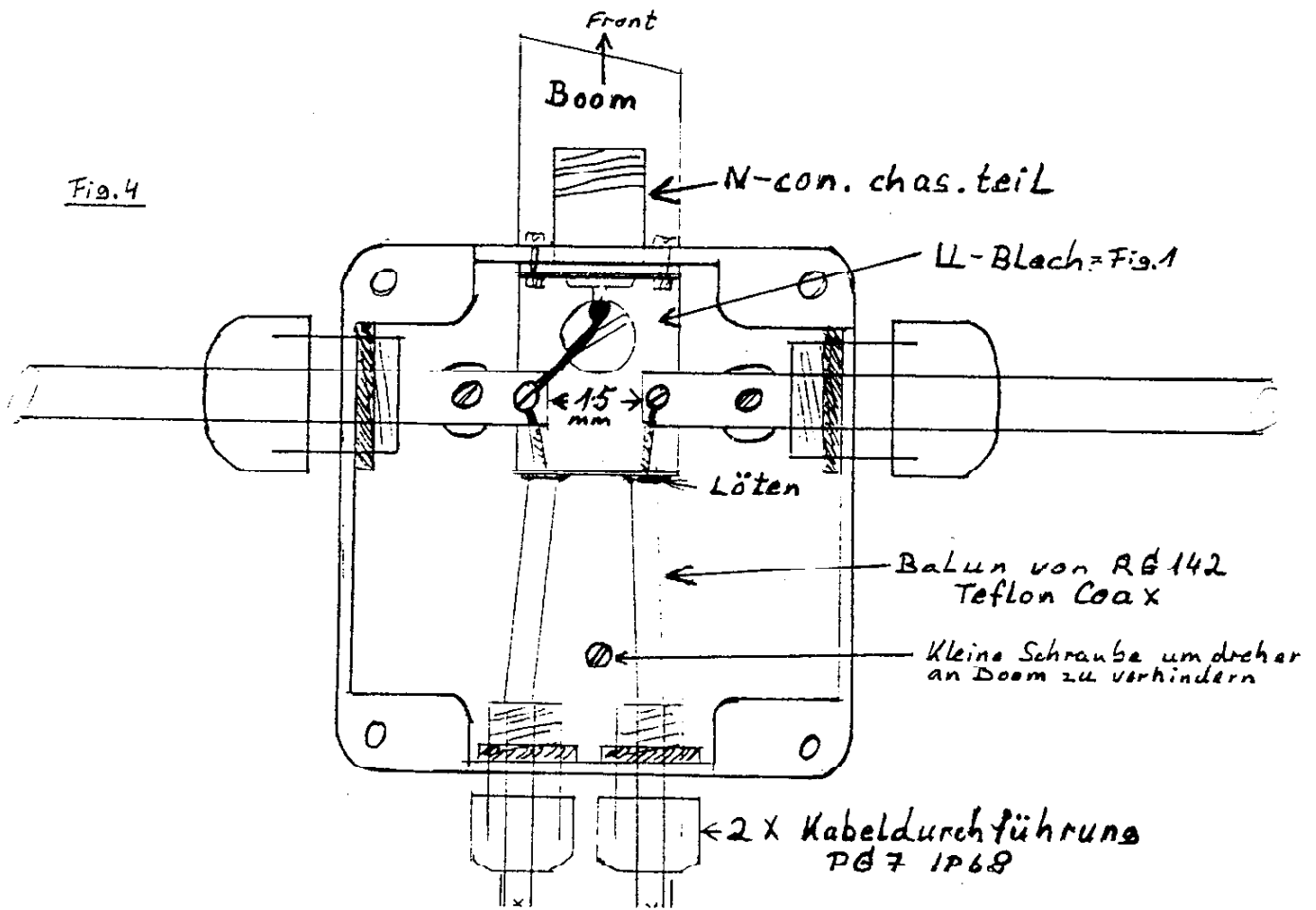


Figure 5/Bild 5: Assembly of dipole box/Fertige Dipol-Box

## **BVO 2m yagi séries de DJ9BV**

Published in *DUBUS Technik V* 1998 traduction F5SDD Dave

La série yagi DJ9BV BVO 2m a été éditée dans le DUBUS Technik V en 1998

Si vous êtes intéressé par les signaux faibles, avec une puissance et une réception raisonnable.

Ce qui n'est pas chose facile, particulièrement pendant des opérations portables.

Ainsi j'ai décidé de favoriser les signaux faibles et de concentrer ma petite puissance rf dans la direction voulue.

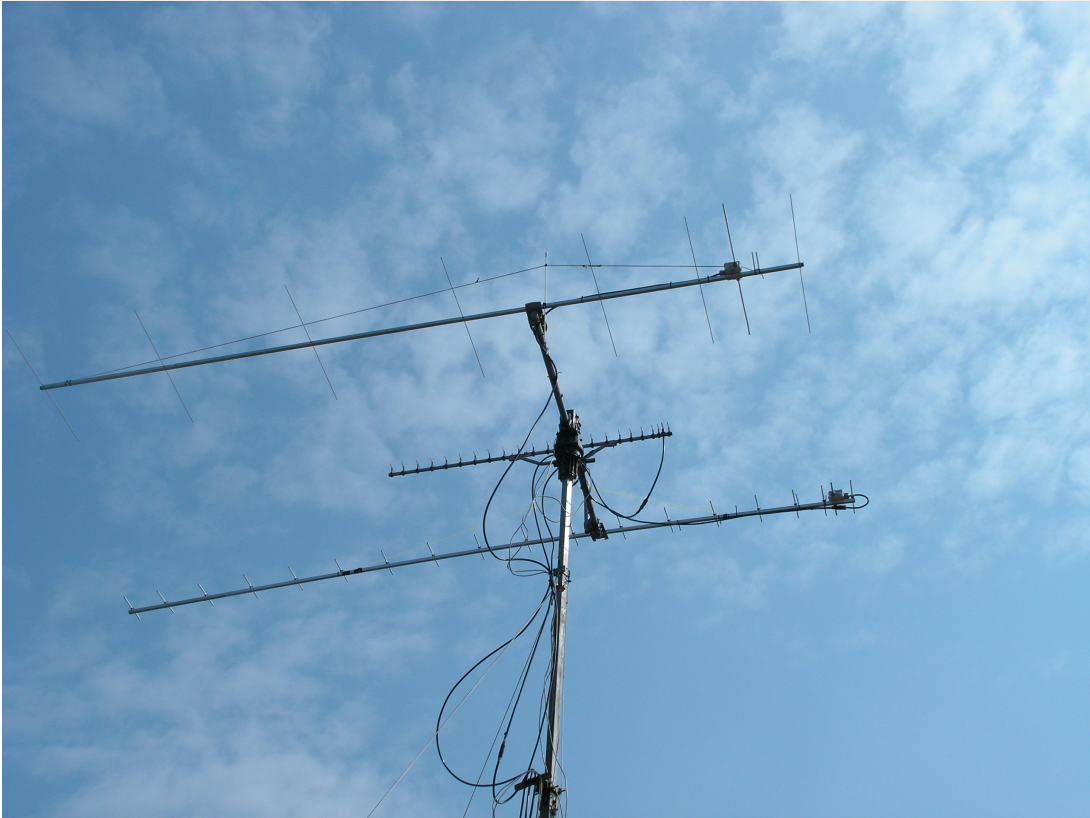
. Après de longues recherches j'ai trouvé la série BVO de DJ9BV éditée dans le DUBUS Technik V en 1998. Ces antennes sont le résultat de longues années de recherche et sont employées par beaucoup de radio amateurs européens, les résultats s'avèrent très bons.

L'antenne que j'utilisai avant était une BV 2,1wl, une antenne optimisée par DL6WU (j'ai réalisé mon 1er QSO G sur 2m avec ~20 W, pas très facile ici en JN48) Ces antennes fournissent d'excellents résultats et confirmés par beaucoup d'autres radio amateurs dans différents pays.

Pour le portable j'ai choisi la plus petite conception - la BVO-2wl.

Avec une antenne, vous obtenez un gain de 12 dbD, avec sa longueur de 2 lambda (4,26m) qui la rend assez maniable. À l'avenir je projette d'améliorer la version - BVO-3wl taillée pour la course.

## Construction mécanique de BVO2-2wl:



### ELEMENTS

Les antennes DJ9BV sont réalisées à l'aide de tiges d'aluminium de 5mm de diamètre pour les

éléments parasites. Je ne trouvais aucun supports d'éléments de ce diamètre ainsi je demandais au concepteur DJ9BV de recalculer l'antenne en utilisant des éléments de 4mm. Dans ce cas on peut mettre en place des rivets en nylon, déjà utilisés par DJ9BV pour la réalisation de ses anciennes séries d'antennes yagi. Les éléments étaient maintenus en place par deux rivets, ainsi les tiges d'aluminium sont isolées du boom.

Une méthode fiable qui fournit de bons résultats à long terme. Une bonne méthode tout à fait simple pour la fixation des éléments. G3SEK a également décrit cette méthode de support d'éléments.

## ELEMENT ALIMENTE:

Il y a plusieurs manières différentes pour la réalisation du dipôle d'impédance proche de 50 ohms.

Le concepteur DJ9BV recommande le dipôle replié classique avec un transformateur 4:1 en tant que solution fiable aussi bien mécaniquement qu'électriquement (ancienne série de BV-yagi) Bien qu'il puisse y avoir quelques difficultés d'optimisation/fréquence (comme la série de BVO) L'impédance proche de 50 ohms permet également un autre modèle plus simple de dipôle: comme précisé dans le magazine 4/98 de DUBUS par Graham, F5VHX vous pourriez également employer un dipôle fendu droit simple et relier la ligne d'alimentation directement à l'antenne.

Cette solution a plusieurs avantages:

- Pas de perte additionnelle dans le balun.
- Pas de déséquilibre de l'antenne (possibilité de distribution de courant inégal avec un dipôle replié)
- Aucune interaction entre le balun dans la structure de la yagi et les éléments.
- Moins de poids, de prise au vent et de complexité mécanique
- Moins de difficultés dans les réglages en bande étroite (= fortement optimisé)

Les deux éléments du dipôle sont isolés du boom avec un espace de 10 millimètres.

Là vous pouvez directement relier votre ligne d'alimentation et longer le boom vers le poteau où elle peut descendre sans influencer l'antenne. Si vous avez besoin d'un connecteur RF pour faire des essais etc., vous pouvez le relier à l'aide de fils très courts.

Commencez avec un dipôle plus long (970mm) et essayez. Il est plus facile de couper que d'ajouter une longueur...

L'alimentation symétrique et l'alimentation asymétrique

En VHF et UHF la partie externe du câble offre un chemin haute impédance en particulier si le conducteur est fixé fréquemment au boom par du ruban adhésif, là il n'y aura pas ou très peu courant sur la tresse. Si vous avez des problèmes vous pouvez acheter un balun ou maintenir des distances de  $\lambda/4$  et de multiples impairs. Je ne recommanderais jamais la réalisation de T-match/Gamma-match. Il est difficile de les manipuler, limité en fréquence et exigent des matériaux de haute qualité et s'avèrent mécaniquement plus complexes.

Vous obtiendrez probablement des pertes non détectables.

## **BOOM Matériel et support**

Pour des raisons de poids j'ai choisi un tube carré d'aluminium 20 x 20 x 1.5 millimètres. C'est un bon compromis en termes de stabilité et de poids.

## **CORRECTION en fonction du BOOM**

Pour différents diamètres de BOOM vous devez corriger la longueur des éléments en espace libre de :

20 mm + 2 millimètres

25 mm + 3 millimètres

30 mm + 5 millimètres

35 mm + 6 millimètres

40 mm + 8 millimètres

**BVO2-2wl** [dj9bv-bv02-2wl.0k.maa](http://dj9bv-bv02-2wl.0k.maa)

## Les données mécaniques de la BVO2-2wl (éléments parasites de 4mm et Dipôle 8mm)

Elément	position [mm]	Longueur espace Libre [mm]	Longueur 20mm boom [mm]
R	0	1014	1016
DE	327	958 (8mm tube !)	958 (8mm tube !)
D1	534	952	954
D2	1073	938	940
D3	1828	921	923
D4	2687	912	914
D5	3540	907	909
D6	4245	918	920

### Données électrique (144,1 MHz) NEC II (DJ9BV)

- Very low internal losses ( $< 0,1$  db/6K)
- 45 - 55 Ohm input impedance (180 - 220 folded dipole)
- F/R ( $90^\circ$  -  $270^\circ$ )  $> 23$  db
- Gain: 12,1 dBD
- E-Aperture:  $35,4^\circ$
- H-Aperture:  $38,8^\circ$
- E stacking distance: 3,36 m
- H stacking distance: 3,16 m
- Stack gain: 5,97 dB



**Les données mécaniques de la BVO2-3wl (éléments parasites de 4mm et Dipôle 8mm)**

Elément	position [mm]	Length free space [mm]	longueur 20 mm boom [mm]
R	0	1012	1014
DE	391	970 (8mm tube!)	970 (8mm tube!)
D1	669	957	959
D2	1244	936	938
D3	2000	919	921
D4	2847	908	910
D5	3734	902	904
D6	4625	899	901
D7	5503	895	897
D8	6264	910	912

Données électrique (144,1 MHz) NEC II (DJ9BV)

- Very low internal losses (< 0,1 db/6K)
- 45 - 55 Ohm input impedance (180 - 220 folded dipole)
- F/R (90° - 270°) > 23 db
- Gain: 13,4 dBD
- E-Aperture: 30,8 °
- H-Aperture: 32,8°
- E stacking distance: 3,9 m
- H stacking distance: 3,7 m
- Stack gain: 5,98 dB

**BVO2-5wl (18 El) [dj9bv-bv0-5wl.ok.maa](#)**

<b>Elément</b>	<b>Position [mm]</b>	<b>Longueur espace Libre [mm]</b>	<b>longueur [mm] pour 30 mm Boom</b>
R	0	1018	1023
DE	385	980	980
D1	535	957	962
D2	905	942	947
D3	1365	916	927
D4	1847	914	919
D5	2480	911	916
D6	3130	895	900
D7	3770	890	895
D8	4450	890	895
D9	5190	893	898
D10	5957	884	889
D11	6770	880	885
D12	7585	880	885
D13	8343	877	882
D14	9072	886	891
D15	9800	878	883
D16	10455	868	873

**Les données mécaniques de la BVO2-5wl (éléments parasites de 5mm et Dipôle 10mm)**

# BVO2 Yagis by DJ9BV

## The latest and best for 144MHz

from [DUBUS Technik V](#)



### Introduction

The Yagis were developed by means of NEC optimization and evaluation. All models have been constructed and tested successfully. They feature **higher gain** ([see table](#)) and **better pattern** than former designs, which have been published in [DUBUS Technik III](#).

Because of their **near 50 ohm input impedance**, they all can be successfully driven by an appropriate folded dipole. Experiments can be performed by constructing a T-type dipole with 4:1 balun. This could be the starting point for the final [folded dipole](#).

For practical construction details, see the [VHF/UHF Long Yagi Workshop](#) page, and also [DF8GH's BVO page](#).

### Common Mechanical Data

- Boom-Length: 4.245m (2wl), 6.264m (3wl), 8.300m (4wl), 10.455m (5wl), 12.480m (6wl)
- Boom-Diameter: From 25 mm up to 40 mm
- Element lengths include [correction](#) for indicated boom diameter
- Element-Diameter: 5mm or 3/16"
- Folded Dipole: 8mm or 9.5mm (3/8")
- Element-Mounting: Insulated through boom with [plastic rivets](#)

### Electrical Data

Electrical Data at 144.1MHz

- Efficiency: >98% (internal skin loss <0.1dB, 6K)
- Input Impedance: 45...55 ohms (intrinsic antenna), 180...220 ohms with folded dipole
- Back-Panorama: (specified as F/R from 90deg ...270deg) >23dB for 2wl, 3wl; >28dB for 4wl or longer boom - see table

- Gain Peak: >144.5MHz
- Stacking Gain: >5.9dB (2x2), >7.6dB (2x3), >8.9dB (2x4), >11.9db (4x4)

## Performance

Model, elements	Length		Gain [dBd] dB ref DL6WU	Front/ Rear ratio [dB]	Beamwidth		Stacking 2x2		
	[m]	[wl]			E [deg]	H [deg]	E [m]	H [m]	Gain [dB]
<b>BVO2-2</b> 8	4.245	2	12.1 +0.4	>23	35.4	38.8	3.36	3.16	5.97
<b>BVO2-3</b> 10	6.264	3	13.4 +0.4	>23	30.8	32.8	3.90	3.70	5.98
<b>BVO2-4</b> 15	8.300	4	14.2 +0.2	>28	28.8	30.4	4.20	4.05	5.94
<b>BVO2-5</b> 18	10.455	5	15.0 +0.3	>29	26.0	27.2	4.58	4.44	5.94
<b>BVO2-6</b> 20	12.480	6	15.65 +0.3	>32	24.8	25.6	4.84	4.68	5.90

## More information

- [BVO2-3](#) and [BVO2-5](#): click for dimensions.
- BVO2-2 (*Warning: [Errors in printed data](#)*), BVO2-4 and BVO2-6: see [DUBUS Technik V](#).
- Radiation patterns for all yagis, including (2), 4, 8, 16 stacks: see [DUBUS Technik V](#)

## Boom-Correction

According to boom diameter, add the following corrections to the free space lengths (valid only for [insulated mount through boom!](#)):

- 20mm: +2mm
- 25mm: +3mm

- 30mm: +5mm
- 35mm: +6mm
- 40mm: +8mm

## BVO2-3wl (10 EI)

No commercial use is permitted without written permission from [DUBUS Verlag](#).

Element	Position [mm]	Free Space Length [mm]	Length [mm] for 25 mm Boom
R	0	1010	1013
DE	391	968	968
D1	669	954	957
D2	1244	932	935
D3	2000	915	918
D4	2847	904	907
D5	3734	898	901
D6	4625	894	897
D7	5503	890	893
D8	6264	906	909

## BVO2-5wl (18 EI)

No commercial use is permitted without written permission from [DUBUS Verlag](#).

--	--	--	--

<b>Element</b>	<b>Position [mm]</b>	<b>Free Space Length [mm]</b>	<b>Length [mm] for 30 mm Boom</b>
R	0	1018	1023
DE	385	980	980
D1	535	957	962
D2	905	942	947
D3	1365	916	927
D4	1847	914	919
D5	2480	911	916
D6	3130	895	900
D7	3770	890	895
D8	4450	890	895
D9	5190	893	898
D10	5957	884	889
D11	6770	880	885
D12	7585	880	885
D13	8343	877	882
D14	9072	886	891

D15	9800	878	883
D16	10455	868	873

---

Back to [Top of page](#)  
[VHF/UHF Long Yagi Workshop](#)

---

Updated 15 July 2005  
Page content © 1998-2000 DUBUS Verlag.  
Page layout © 2000-2001 IFWtech Limited.