

In dieser Ausgabe möchte ich gern wieder Hans-Jürgen zu Wort kommen lassen. Er ist inzwischen als DL3HJG qrv. Nachträglich Gratulation zur bestandenen Prüfung!

## Antenne

Laut Ausschreibung des SBW bringt ein QSO vom Lilienstein zum Königstein ja auch einen Punkt. Ist das die Erfüllung?

Ist es nicht eine Freude, wenn man mit kleiner Leistung ein QSO über große Entfernung führen kann?

### **Amateurfunk = Experimentalfunk**

Die hier vorgestellte Antenne ist nicht vorrangig für den Portable-Betrieb im SBW gedacht. Mancher sucht die Stille der Berge, um vor dem städtischen QRM auszureißen und fährt mit dem Auto bis auf einen Berg oder ein Anderer sucht eine Antenne mit gutem Gewinn, die für seinen Balkon nicht zu groß ist.

### **Warum ist die Antenne wichtig?**

- Die Antenne wirkt beim Senden und Empfang
- Eine hohe Sendeleistung, da wird man gehört, aber kann schwache Stationen nicht aufnehmen
- Eine hohe Sendeleistung bedeutet hohen Stromverbrauch und damit größeren Akku

### **Anforderungen**

- Hoher Gewinn
- Rundstrahler

[Man weiß nicht immer, in welcher Richtung ein QSO-Partner zu finden ist.] Diese beiden Anforderungen schließen sich einander aus. Gewinn kann nur aus Richtwirkung bezogen werden.

- Senkrechte Polarisation

Beim SBW ist auf Grund der direkt auf den Handfunkgeräten montier baren Stabantennen, QSO's mit Mobilstationen und FM senkrechte Polarisation üblich.

Eine Chance besteht in einem flach strahlenden Rundstrahler.

Gestockte Stabantennen, wie die Diamond X-200, X-510 oder gar X-700.

Doch kommt man damit an die Grenzen. Außerdem sind sie sehr lang [2,5m / 5,2m / 7,2m]. Wie soll das auf einem geschlossenen Turm gehen?

Big Wheel: Sie ist horizontal polarisiert. Damit scheidet sie aus.

### **Für den Portable-Einsatz**

- Leicht, kleines Transportmaß
- Schnell zu montieren
- Robust
- Nicht zu groß für den Einsatz auf Türmen

### 3 Element Quad für 2m

Irgendwo schnappte ich das Stichwort 'Quad' auf. Auf KW für die oberen Bänder ist diese Bauart eine etablierte Form. Die Google-Suche 'Quad 2m 70cm' brachte da gleich Beispiele mit mehr als den üblichen 2 Elementen.

#### 1. Berechnung

Erste Berechnungen führte ich mit dem mir bekannten MMANA-GAL [1] durch. Da skalierte ich eine 6m-Quad auf 2m. Mit einigen Optimierungsschritten konnte ich die Resonanz auf 145,5 MHz und  $R=50 \Omega$  einstellen.

#### Messtechnische Überprüfung

##### Versuchsaufbau

Mir war bewusst, dass sich noch einige Maßänderungen ergeben werden. Darum wählte ich einen Aufbau, der einfach die Änderungen von den Schleifenlängen und Abständen Reflektor-Strahler-Direktor ermöglicht.

Die Schleifen stellte ich aus PVC-isolierter Litze aus der Bastelkiste her. Gummiringe ziehen in den Ecken die Elemente straff.

Die Einspeisung erfolgt nicht in der Seitenmitte, sondern an einer Ecke. So lässt sich mechanisch günstig das Kabel verlegen und es verzerrt nicht die Schleife.

Der Träger ist aus Vierkant-Kunststoff-Rohren vom Baumarkt gefertigt.

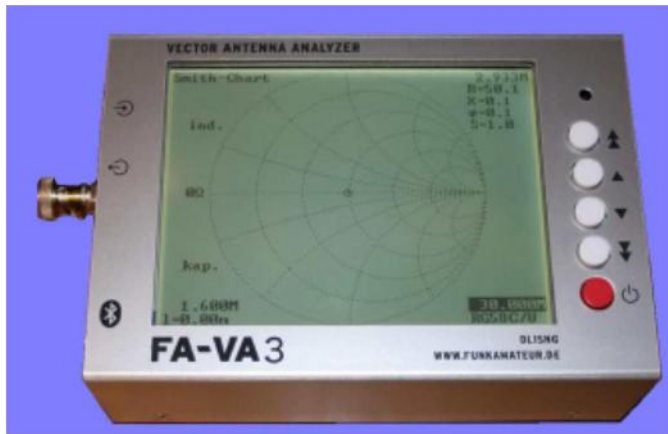
Sofort nach der Strahlerschleife befindet sich eine Mantelwellendrossel. Sie ‚symmetriert‘ die Schleife.



*Quad 2m, 3 Elemente komplett*

## Messtechnik

Einen FA-VNWA konnte mir DJ5AA ausleihen. Dieses Gerät ist ein großer Fortschritt gegenüber einem einfachen SWR-Meter.



Messung von Real- und Blindwiderständen und SWR über einen Frequenzbereich  
Darstellung der Messwerte als

- Lineares Diagramm
- Smith-Diagramm
- Zahlenwerte

### Erste Messergebnisse

Die Resonanz liegt bei 125 MHz, das SWR bei 3.

### **Korrektur**

Ursache scheint die Isolierung der Litze mit ihrem Dielektrizitätsfaktor zu sein.

Alle drei Schleifen kürzte ich um den gleichen Betrag. Schrittweise kam ich der gewünschten Resonanz von 145,5 MHz näher. Doch  $Z=50 \Omega$  war nicht zu erreichen! Variationen mit den Abständen verschieben wieder die Resonanz.

### Weitere Experimente

Mit unisolierter Litze [CONRAD Best-Nr. 48 60 24] kam ich den Rechenwerten näher und konnte meine Vermutung bestätigen.

Nur machte sich schnell bemerkbar, die verdrehte Litze druselt auf. Die Lösung wäre geflochtene Litze. Doch diese ist bei üblichen Amateurhändlern wie Conrad, Reichelt, Segor, Pollin usw. nicht im Sortiment enthalten.

DX-Wire ist zu steif und auch isoliert.

Um leichte Beschaffbarkeit beim Nachbau und einen günstigen Preis sicherzustellen, entschied ich mich für PVC-isolierte Litze von CONRAD LiY 1mm<sup>2</sup> [Best-Nr 60 58 13].

Damit der Entwurf kein endloses Experimentieren wird, ist eine Simulationssoftware mit Berechnung der Isolierung nötig.

### **Neue Software**

Sie muss also Drähte mit Isolation, deren Dicke und Dielektrizitätsfaktor mit in die Berechnung einbeziehen können.

Für eine unbekannt Software ohne kostenlose Demo Geld auszugeben, bin ich nicht bereit. So fiel die Wahl auf '4NEC2', das sogar kostenlos ist. [2]

### **Weiterer Entwurf**

Zum Einarbeiten in 4NEC2 rechnete ich noch einmal meine ersten Versuche nach. Mit kleinen Korrekturen der Isolationsstärke ließ sich die Übereinstimmung zur Praxis herstellen. So konnte ich nun davon ausgehen, dass zukünftige Berechnungen der Praxis entsprechen.

## Der Zufall

Irgendwie ergab sich ein Antennenwiderstand zwischen 30 und 40  $\Omega$ , der Gewinn war hoch und die Antenne kürzer als bisher. Ich erinnerte mich, DK7ZB schrieb oft von Yagi-Antennen mit  $Z=28 \Omega$ .

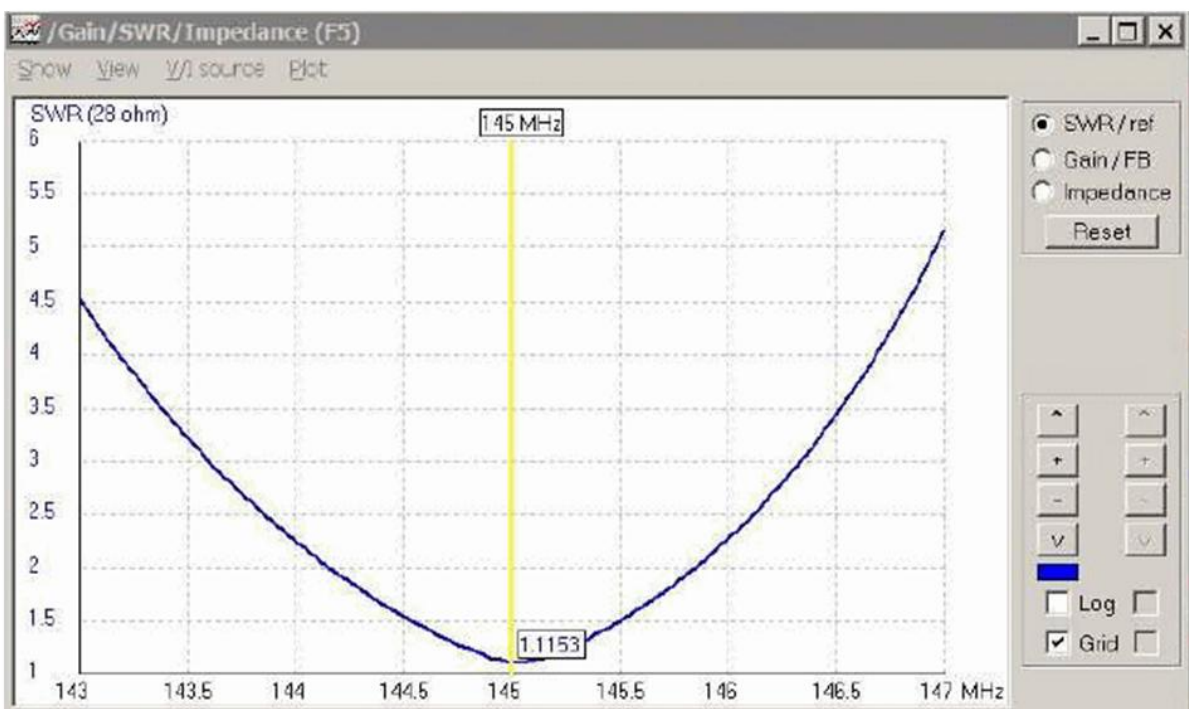
Mit einer  $\lambda/4$  Anpassleitung lässt sich das einfach auf die üblichen 50  $\Omega$  transformieren. Davon beflügelt optimierte ich weiter und nach einigen Abenden erreichte ich folgendes Ergebnis:

$$\text{SWR}=1,1 \quad @ \quad 28 \Omega \quad / \quad G=13 \text{ dBi} = 11 \text{ dBd} \quad !!! \quad \text{bei } L_{\text{ges}} = 0,65\text{m}$$

Der Gewinn - ich traute meinen Augen kaum!

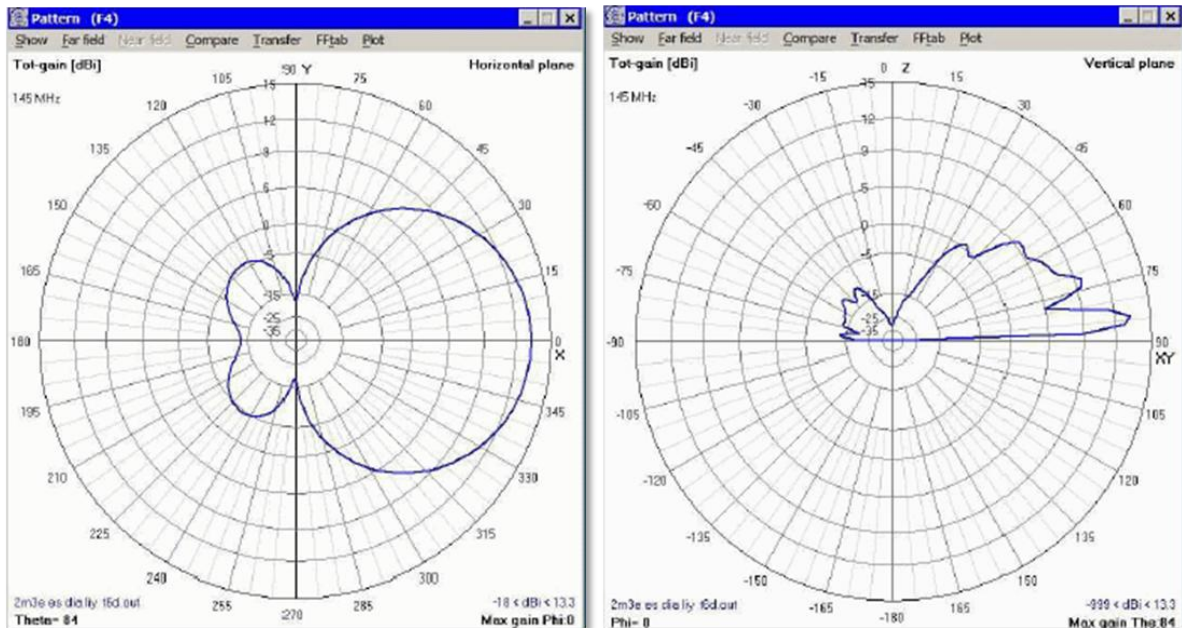


4NEC2: Gewinn von 143-147MHz



4NEC2: SWR von 143-147MHz – der Bereich für  $\text{SWR} < 1,5 \sim 0,8\text{MHz}$

Horizontales und vertikales Richtdiagramm:



Die horizontale Richtwirkung ist mit ca. 50° für -3dB nicht zu eng.

Anschließend variierte ich die Maße. Die Abstände sind weniger kritisch, aber die Seitenlängen müssen auf  $\pm 1$ mm eingehalten werden. Das sollte herstellbar sein.

### Die Transformationsleitung

Für die Anpassung von 28 auf 50  $\Omega$  benötigt man ein Stück Leitung  $\lambda/4$  lang mit  $Z=37 \Omega$ . Das kann man ganz einfach aus zwei parallelen Stücken 75  $\Omega$  - SAT-Antennenkabel herstellen.

Für die Länge ist der Verkürzungsfaktor zu beachten. Das Kabel hat eine Isolierung aus PE-Schaum. So nahm ich  $VK=0,8$  an und schnitt das Transformationskabel auf 0,40m.

### Zweite Messung der Antenne $Z=28 \Omega$ mit Transformationsleitung

Mit der Resonanz und dem Widerstand lag ich doch weit von den Zielwerten weg.

Warum?

Die Abstände von Direktor-Strahler-Reflektor konnte ich gleich durch Verschieben ändern. Der Abstand des Reflektors hat mehr Einfluss, als der zum Direktor. Noch einige Versuche mit den Schleifenlängen folgten.

### Fehlerursache - Vermutung

Liegt die Ursache in der Dimensionierung der Antenne oder in der Transformationsleitung?

Das SAT-Antennenkabel stammte vom Baumarkt. Hat es wirklich  $Z=75 \Omega$ ?

Ein Test der Transformationsleitung wird nötig. Ein Widerstands-, 'Normal'  $R=28 \Omega$  soll an Stelle der Antenne an die Transformationsleitung.

Das Widerstands-, 'Normal' muss für 145 MHz sehr induktivitätsarm sein.

5 Stück SDM-Widerstände, parallelgeschaltet - dadurch verringert sich die Induktivität, sind als Amateurmittel eine gute Lösung.

### Messung der Transformationsleitung

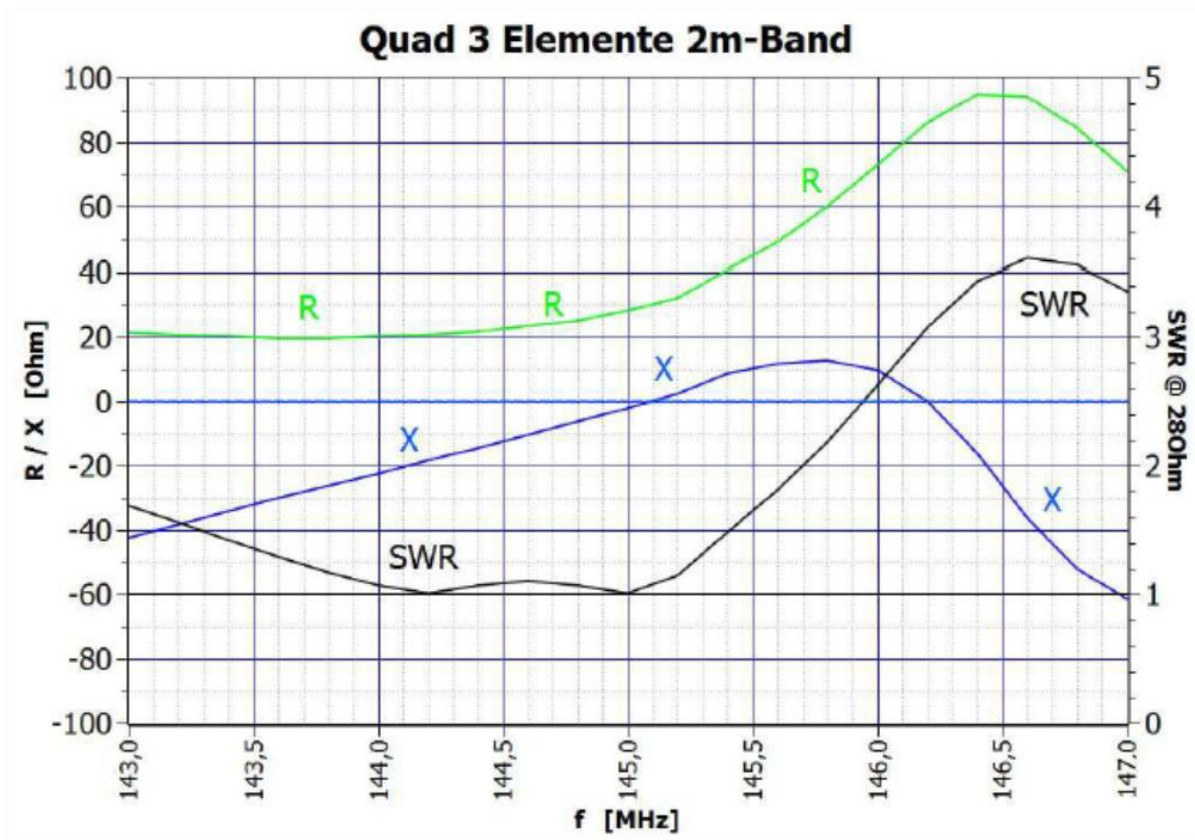
Das Transformationskabel brachte bei 120 MHz ein SWR von ca. 1. Da war meine Annahme über den Verkürzungsfaktor falsch. In mehreren Etappen brachte ich das Transformationskabel auf die richtige Länge 0,30m.

Eine weitere Messung, wo an der Transformationsleitung ca. 4m Koaxkabel H155 folgten, ergab ein gleiches Ergebnis.

Für weitere Experimente bestellte ich RG179 [ $Z=75 \Omega$ ]. CONRAD Best-Nr 70 8592.

### Dritte Messung der Antenne

Nun stellte sich ein SWV=1,1 und die Resonanz bei 140 MHz ein. Nach etwas Kürzen aller 3 Schleifen liegt sie dann bei 145 MHz.



Für den FM-Bereich war die Resonanz noch 1 MHz zu tief. Schrittweise wären alle drei Schleifen zu kürzen, im Umfang immer 4mm.

Als Ursache für die Differenz zur Berechnung sehe ich die Messungenauigkeit für die Isolationsstärke an.

### Transformationsleitung mit RG179

Nie brachte ich mit dem RG179 ein SWR so nahe 1,0 wie mit dem SAT-Antennenkabel. Gut, ein SWR=1,3 bedeutet nur 5% Verlust. Dafür ist das RG179 dünn und flexibel.



### **Gewinn**

Der Gewinn ist natürlich die wichtigste Eigenschaft. Messen kann ich ihn nicht und muss den Ergebnissen der Computersimulation vertrauen.

Entstanden ist eine Antenne mit einer recht geringen Bandbreite, aber hohem Gewinn und sehr kurz.

Eine im Gewinn etwa gleiche Yagi:

Wimo Yagi EY208 L = 3,0m / 2,4kg > G10,7dBd E = 40° / H=45°.

Wenn man mit dem Auto fährt, um den Alumast mitzubringen, geht das schon. Doch wer könnte diese Antenne mit der Hand aus dem Fenster eines Turmes halten?

### Erprobung



Die Erprobung fand mit DH8IAM und DJ5AA auf dem Turm der Dreibrüderhöhe statt. Die Quad funktioniert. Die genaue Gewinnmessung steht noch aus.

### Bauanleitung

- Die Bauanleitung beinhaltet nur die funktionswichtigen elektrischen Werte.
- Über einen portabel-gerechten Aufbau mag jeder selbst nachdenken.
- Eine Quelle für Stäbe und Verbinder könnte der Drachenbau sein  
[GFK – kein CFK > Carbon = Kohlenstoff und leitfähig]

Die 3 Schleifen sollen sich vom Halter abnehmen und aufgewickelt verpacken lassen. An dem Strahler hängt die Transformationsleitung und Mantelwellendrossel.

Unbekannte Reste Litze aus der Bastelkiste stellen den Erfolg in Frage.

## Antenne-Baumaße

Draht: LiY 1mm<sup>2</sup> CONRAD Best-Nr 60 58 13

Direktor	Abstand	Strahler	Abstand	Reflektor
0,500m	0,320m	0,512m	0,331m	0,522m

## Toleranzbetrachtung

Es ist immer die Abweichung vom Baumaß eingetragen

Dir	Abst	Str	Abst	Refl	
-10					Res=145,2 / G=13,0 SWR=1,5 @ 145MHz
		-10			Res=147,2 / G=13,3 SWR=5,3 @ 145MHz
				-10	Res=145,4 / G=12,7 SWR=2,1 @ 145MHz
-10		-10		-10	Res=148,0 / G=12,4 SWR=7 @ 145MHz G=13,4 SWR=1,1 > 148,0MHz
	-20				Res=145,0 / G=13,3 SWR=1,15 @ 145MHz
			-20		Res=145,0 / G=13,3 SWR=1,12 @ 145MHz
	-20		-20		Res=145,0 / G=13,2 SWR=1,13 @ 145MHz
	+20		+20		Res=145,0 / G=13,4 SWR=1,08 @ 145MHz
Isolierung +0,2mm/Seite					Res=143,4 / G=13,4 SWR=4 @ 145MHz

- Die Abstände sind mit  $\pm 20$  oder auch  $\pm 30$ mm recht unkritisch.
- Die Elemente Umfänge müssen auf  $\pm 2$ mm, dann sind das pro Schenkel  $\pm 0,5$ mm, eingehalten werden.
- Diese Anforderungen erfordern exakte Arbeit, sind aber doch gut realisierbar.
- Die Dicke der Isolierung und auch deren Dielektrizitätsfaktor beeinflussen das Ergebnis stark.
- Der Außendurchmesser der Litze ist unkompliziert mit einem [Digital]-Meßschieber zu messen. Der Durchmesser der Cu-Litze selbst lässt sich durch die einzelnen Drähtchen nur ungenau bestimmen. Darum korrigierte ich in der Simulation mit 4NEC2 die Stärke der Isolation, bis das Ergebnis der Praxis entsprach. Dann erstsetzte ich die weitere Simulation und Optimierung fort.

## Transformationsleitung

$Z=37 \Omega$ ,  $\lambda/4$

SAT-Antennenkabel [Anschlusskabel mit 2 Steckern] ca. 0,30m oder RG179 [ $Z=75 \Omega$ ] CONRAD Best-Nr 70 8592 ca. 0,37m

Die abisolierten Enden so kurz wie möglich halten [ $<10$ mm]. Es empfiehlt sich die separate messtechnische Prüfung.

## Mantelwellendrossel

RG174 [ $Z=50 \Omega$ ]. CONRAD Best-Nr ?, ca. ?m lang

Kern: PVC-Rohr D ca. 15mm \* L ca. 50mm [Elektro-Isolierrohr vom Baumarkt]

8 Windungen, unkritisch

Am Anfang und Ende ist es je durch ein Loch im Rohr geführt und so sind die Enden gut fixiert.

Das Kabel führt noch ein Stück weiter zum Koaxstecker.





### **Träger**

PVC oder Glasfaser sind günstig. Carbon, was Google bei der Suche nach Glasfaser oder GFK fälschlich und in großer Zahl anzeigt, ist wegen seiner elektrischen Leitfähigkeit ungeeignet!

### **Speiseleitung**

An einer Strebe kommt die Transformationsleitung von der Ecke zum Boom und geht nach hinten. Erst hinter dem Reflektor stören leitende Teile nicht mehr.

### **Aussicht**

Eine weitere Steigerung des Gewinns mit 4 oder mehr Elementen fällt nur gering aus, das habe ich schon ausgiebig simuliert. Mehr als 12 dBd sind nicht drin.

Wie bei der Dualband-Yagi nach DK7ZB auch hier 70 cm mit zu integrieren, praktischer Weise nur einen Anschluss zu haben, das werde ich untersuchen. Ich vermute eine gegenseitige Beeinflussung und es wird schwierig werden.

Über meine Ergebnisse werde ich dann hier berichten.

### **Nachlese**

Während meiner längeren Experimentier- und Bauzeit erschienen mehrere Artikel im Funkamateurliteratur zu Quadantennen [3] und [4]. Darin finde ich meine Erfahrungen bestätigt.

### **NEC-Daten**

Für eigene Berechnung kann ich auf Anfrage die Daten für 4NEC2 zur Verfügung stellen.

Hans-Jürgen, DL3HJG ✉ [HaJuergen.Gebhardt@t-online.de](mailto:HaJuergen.Gebhardt@t-online.de)

### **Literatur**

- [1] MMANA-GAL: [www.dl2kq.de/mmana/4-7.htm](http://www.dl2kq.de/mmana/4-7.htm)
- [2] 4NEC2: [www.amateurfunk-wiki.de/index.php/4nec2](http://www.amateurfunk-wiki.de/index.php/4nec2)  
[www.qsl.net/4nec2/](http://www.qsl.net/4nec2/)  
[www.amateurfunkbasteln.de/4nec2/index.html](http://www.amateurfunkbasteln.de/4nec2/index.html)
- [3] Martin Steyer, DK7ZB ‚Grundlagen für Quadantennen mit zwei oder drei Elementen‘  
FA 2014 H08 S.868 und H09
- [4] Martin Steyer, DK7ZB ‚2-Element-Quadantenne für das 2m-Band‘  
FA 2014 H10 S.1092

... Gefunden im WWW ...

Gigantisch: Quad 8-Elemente L= 2,40m > G=14dB



<http://forums.qrz.com/showthread.php?341942-DOUBLE-QUAD>

---

Vielen Dank, Hans-Jürgen!

Es wird in den kommenden Tagen noch eine weitere Ausgabe mit den neuen Bergen für 2015 und einer Art Jahresrückblick mit Fotos geben.

Bis dahin

Einen schönen dritten Advent !



73 + 88 de Bernd, DL2DXA   ✉ [dl2dxa@darc.de](mailto:dl2dxa@darc.de)