

Quad-Bericht 2 (2014, ergänzt um Messreihen)

DJ4PT	Standort
DJ4AX	Beratung
DJ9RR	Messung, Abbildungen, Textteile

Inhalt

1.	Vorwort	1
2.	Die Testantenne	2
	a) Skizze Quad 7-Element	2
	b) Dimensionen.....	2
3.	Versuchsanordnung.....	4
4.	Messvorgang	4
	c) Resonanzfrequenz und Fusspunktwiderstand in Abhängigkeit von der Elementzahl	4
5.	Ergebnisse (siehe Tabelle)	4
	d) „Zickzack-Kurve der Elementzahl“	4
	e) Rückwärtsunterdrückung in Abhängigkeit von der Elementzahl	5
	f) Verschiebung der Rückwärtskurve auf die Resonanzfrequenz	6
6.	Ausblick.....	6
	Abbildung 1: Quad 7-Element Skizze Übersicht	2
	Abbildung 2: 7 Element Test Quad.....	3
	Abbildung 3: Anschluss Messkabel an DG8SAQ-Analyzer.....	3
	Abbildung 4: Versuchsanordnung	4
	Abbildung 5: "Zickzack-Kurve der Elementzahl"	5

1. Vorwort

Seit etwa 40 Jahren beschäftige ich, DJ4PT, mich mit dem Bau von Mehrelement Quad-Antennen u.a. für Contestzwecke.

Als Starthilfe diente das Buch „ALL ABOUT CUBICAL QUAD ANTENNAS“ von W6SAI.

Ein Schwerpunkt war am Anfang die mechanische Haltbarkeit.

Mit den nach „W6SAI-Formeln“ ermittelten Schleifenlängen bin ich nicht so recht glücklich geworden.

Als Messgerät stand am Anfang nur eine SWR-Brücke zur Verfügung.

Recht früh war mir schon aufgefallen, dass Quads mit einer geraden Anzahl von Elementen kürzere Schleifen haben mussten als solche mit einer ungeraden Anzahl von Elementen.
 Auch bewegte sich die SWR-Kurve mit ihrem Minimum mit steigender Höhe der Antenne zu tieferen Frequenzen hin. (Der Dipol „wandert“ nach oben.)
 2012 bot DJ9RR mir freundlicherweise an, mit dem DG8SAQ-Analyzer eine Testquad messtechnisch zu untersuchen.

2. Die Testantenne

a) Skizze Quad 7-Element

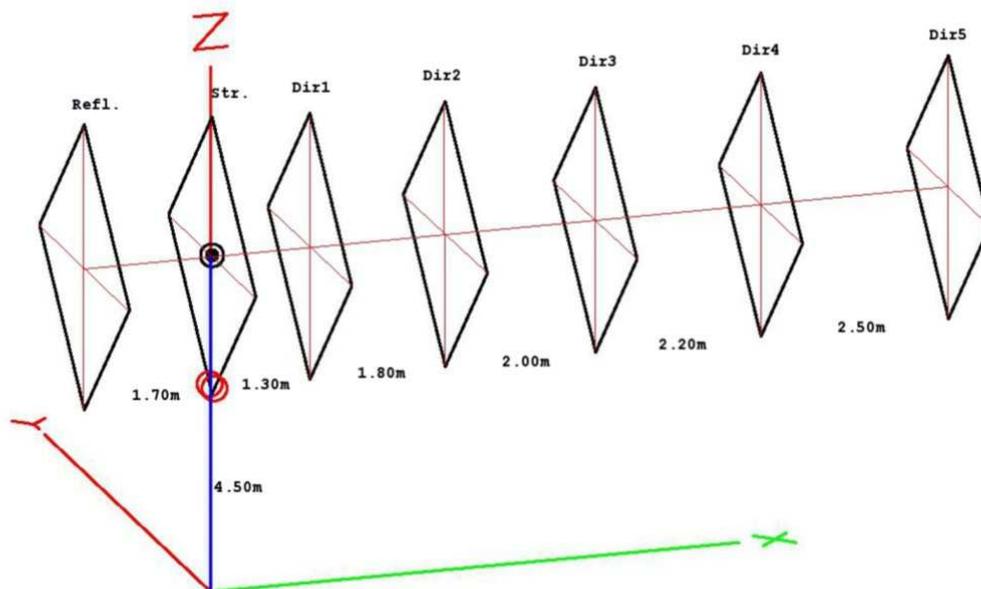


Abbildung 1: Quad 7-Element Skizze Übersicht

b) Dimensionen

Element:	Reflektor	Strahler	Dir1	Dir2	Dir3	Dir4	Dir5
Abstand vom benachbarten Element:	1,70m	(Bezug)	1,30m	1,80m	2,00m	2,20m	2,50m
Schleifenumfang [%]:	+3%	(Bezug)	-4%	-4,25%	-4,5%	-4,75%	-5%
Schleifenumfang [m]:	10,81m	10,50m	10,08	10,05m	10,03m	10,00m	9,97m



Abbildung 2: 7 Element Test Quad



Abbildung 3: Anschluss Messkabel an DG8SAQ-Analyzer

3. Versuchsanordnung

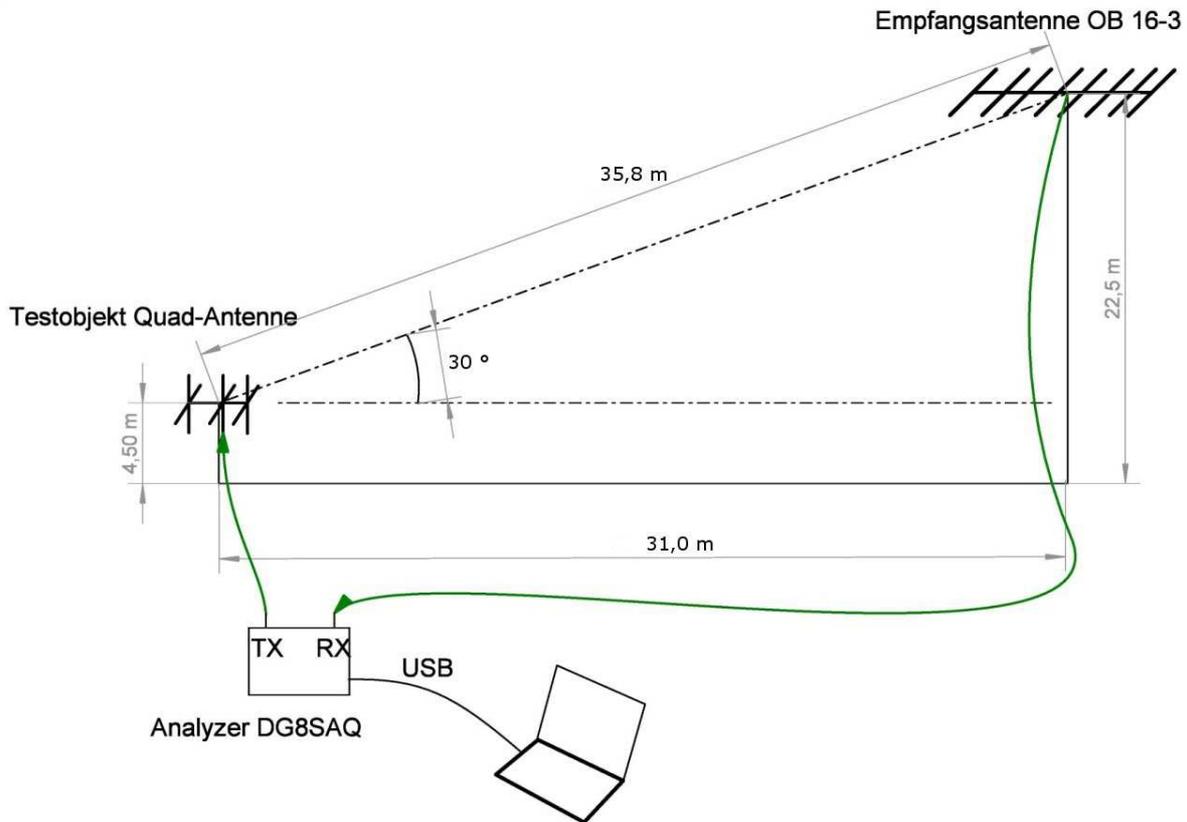


Abbildung 4: Versuchsanordnung

4. Messvorgang

c) Resonanzfrequenz und Fußpunktwiderstand in Abhängigkeit von der Elementzahl

Begonnen wurde mit 7 Elementen. Alle Schleifen waren geschlossen. Die Umwandlung zur 6-Element erfolgte durch Auftrennung von D5. Bei der 5-Element waren D5 und D4 offen.

5. Ergebnisse (siehe Tabelle)

d) „Zickzack-Kurve der Elementzahl“

Anzahl Elemente	Resonanzfrequenz (im=0)	Fußpunkt-Widerstand (im=0)	fb-dB	
	MHz	Ohm	fb-max [dB]	fb-max @ MHz
7	28,475	63,30	25,17	28,710
6	28,340	43,07	21,77	28,350
5	28,437	65,13	26,48	28,660
4	28,280	39,13	33,92	28,350
3	28,549	51,89	16,35	28,490

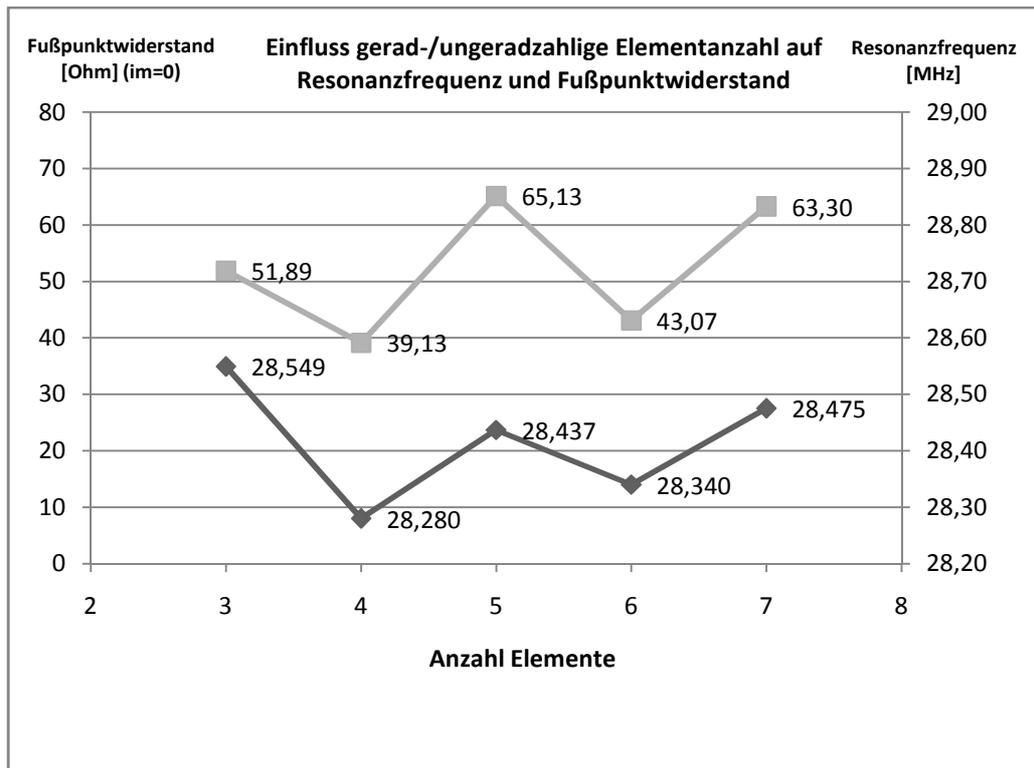


Abbildung 5: "Zickzack-Kurve der Elementzahl"

Die Auswertung ergab zwei Gruppen von Antennen:

Quads mit einer geraden Anzahl von Elementen hatten eine Resonanzfrequenz von etwa 28,3 MHz und einen Fußpunkt-widerstand von ca. 40 Ohm.

Quads mit einer ungeraden Anzahl von Elementen liegen bei etwa 28,5 MHz und um die 60 Ohm.

Als Starthilfe beim Aufbau bieten sich zwei Formeln für den Strahlerumfang (m) an:

geradzahlig	$u = \frac{297.5}{f[\text{MHz}]}$
ungeradzahlig	$u = \frac{299.25}{f[\text{MHz}]}$

Eine 6-Element-Antenne für 28,5 MHz hätte folgende Schleifenlängen:

R	S	D1	D2	D3	D4
10,73m	10,42m	10,00m	9,98m	9,95m	9,92m

Vermutlich müssen die Schleifen mit zunehmender Höhe der Antenne noch etwas kürzer werden.

e) Rückwärtsunterdrückung in Abhängigkeit von der Elementzahl

Nachdem die Rückseite der Testantenne zur Referenzantenne gedreht worden war, konnte die Rückwärtsunterdrückung für die einzelnen Antennen untersucht werden.

Ergebnis (siehe Tabelle)

Anzahl Elemente	Resonanzfrequenz (im=0)	Fußpunkt-Widerstand (im=0)	forward-back-dB	
	MHz	Ohm	fb-max [dB]	fb-max @ MHz
7	28,475	63,30	25,17	28,710
6	28,340	43,07	21,77	28,350
5	28,437	65,13	26,48	28,660
4	28,280	39,13	33,92	28,350
3	28,549	51,89	16,35	28,490

Auffällig war, dass bei den Antennen mit ungerader Elementzahl die Frequenz der maximalen Rückwärtsunterdrückung oberhalb der Resonanzfrequenz lag.

f) Verschiebung der Rückwärtskurve auf die Resonanzfrequenz

Nach unseren Wünschen sollte die maximale Rückwärtsunterdrückung auf der Resonanzfrequenz liegen. Exemplarisch verlängerten wir zunächst den Reflektor an der 7-Element-Cubical-Quad (gemäß den Erkenntnissen von 2012, siehe S.8). In einem ersten Schritt wurde der Reflektor um 25 cm auf insgesamt 5,5 % gegenüber dem Strahler verlängert. Resonanzfrequenz und Frequenz der maximalen Rückwärtsunterdrückung bewegten sich gegenläufig. Erstere wanderte zu höheren Frequenzen und die zweite zu niedrigeren Frequenzen. Geringe +2 cm (+0,2%) brachten die beste Annäherung.

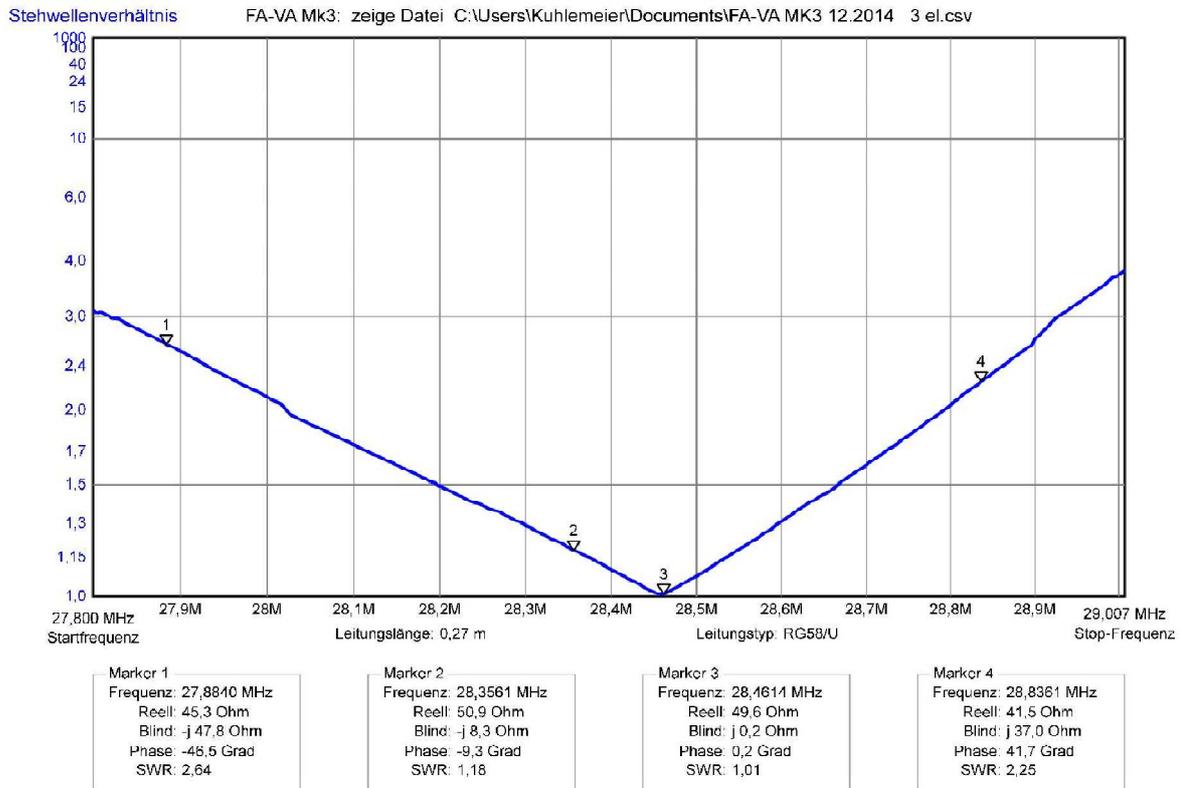
6. Ausblick

Ausgeklammert wurden bisher der Gewinn und die Drahtbeschaffenheit.

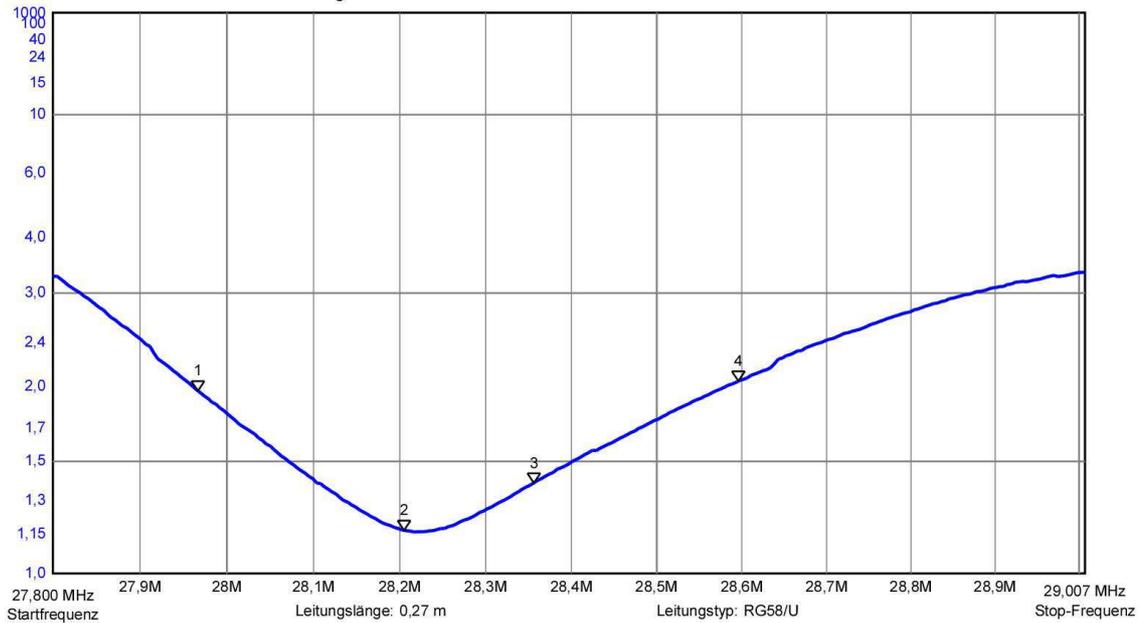
In einem nächsten Schritt sollte der Einfluss der Antennenhöhe untersucht werden.

Wünschenswert wäre ein Fußpunkt-Widerstand von 50 Ohm für die Quads.

7. Anhang



Stehwellenverhältnis FA-VA Mk3: zeige Datei C:\Users\Kuhlemeier\Documents\FA-VA MK3 12.2014 4 el.csv

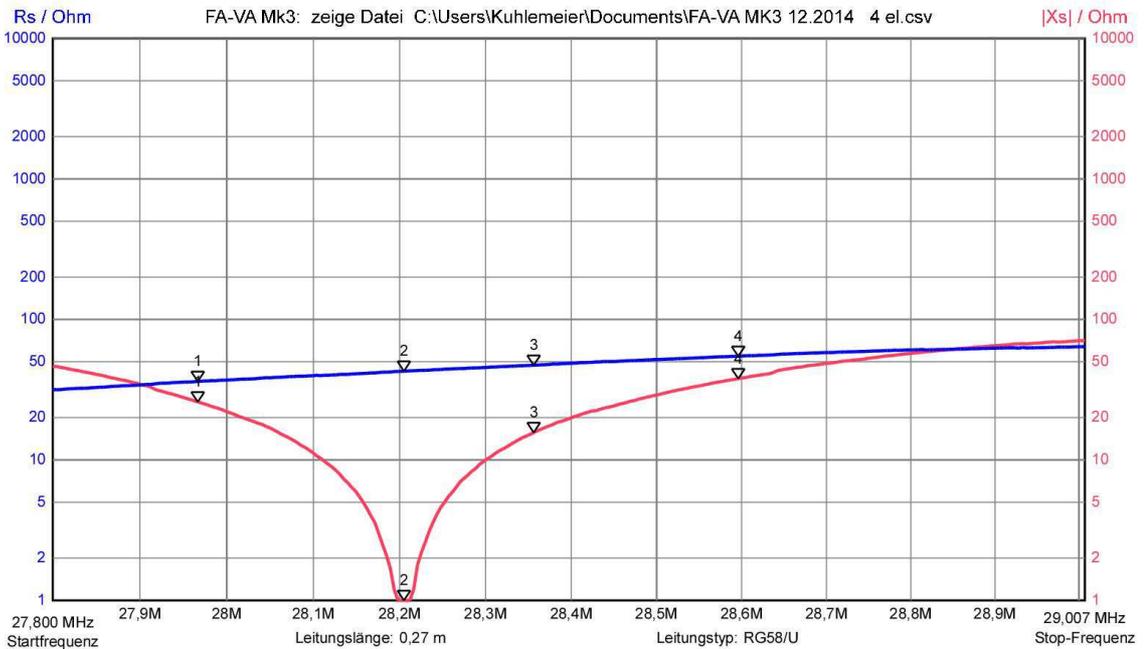


Marker 1
 Frequenz: 27,9665 MHz
 Reell: 36,2 Ohm
 Blind: -j 25,9 Ohm
 Phase: -35,6 Grad
 SWR: 1,97

Marker 2
 Frequenz: 28,2049 MHz
 Reell: 42,9 Ohm
 Blind: j 0,1 Ohm
 Phase: 0,1 Grad
 SWR: 1,17

Marker 3
 Frequenz: 28,3561 MHz
 Reell: 47,3 Ohm
 Blind: j 15,7 Ohm
 Phase: 18,3 Grad
 SWR: 1,38

Marker 4
 Frequenz: 28,5960 MHz
 Reell: 54,8 Ohm
 Blind: j 37,9 Ohm
 Phase: 34,7 Grad
 SWR: 2,04



Marker 1
 Frequenz: 27,9665 MHz
 Reell: 36,2 Ohm
 Blind: -j 25,9 Ohm
 Phase: -35,6 Grad
 SWR: 1,97

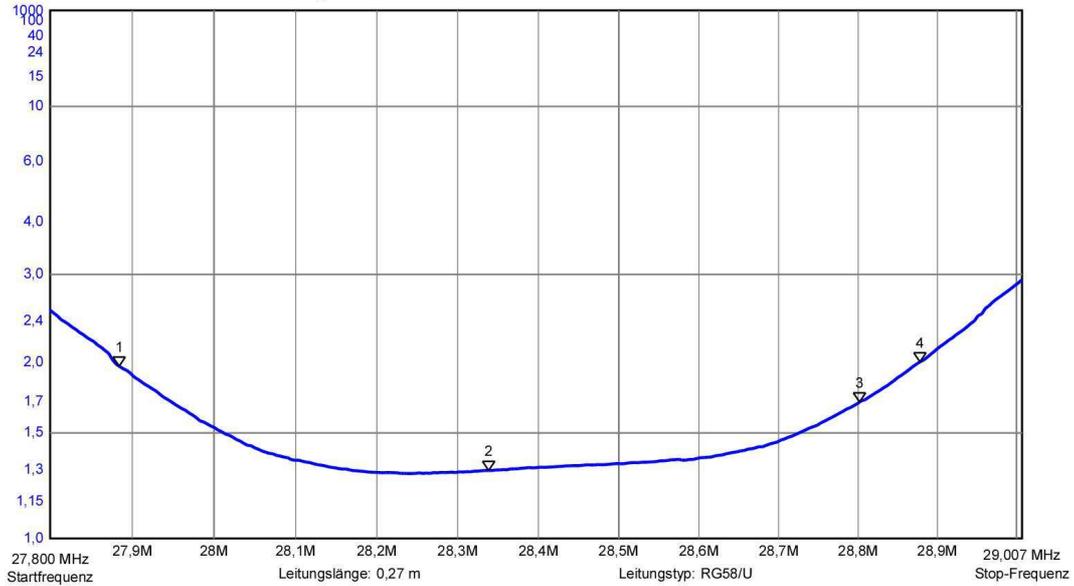
Marker 2
 Frequenz: 28,2049 MHz
 Reell: 42,9 Ohm
 Blind: j 0,1 Ohm
 Phase: 0,1 Grad
 SWR: 1,17

Marker 3
 Frequenz: 28,3561 MHz
 Reell: 47,3 Ohm
 Blind: j 15,7 Ohm
 Phase: 18,3 Grad
 SWR: 1,38

Marker 4
 Frequenz: 28,5960 MHz
 Reell: 54,8 Ohm
 Blind: j 37,9 Ohm
 Phase: 34,7 Grad
 SWR: 2,04

Stehwellenverhältnis

FA-VA Mk3: zeige Datei C:\Users\Kuhlemeier\Documents\FA-VA MK3 12.2014 5 el.csv



Marker 1
 Frequenz: 27,8840 MHz
 Reell: 46,4 Ohm
 Blind: -j 33,1 Ohm
 Phase: -35,5 Grad
 SWR: 1,97

Marker 2
 Frequenz: 28,3382 MHz
 Reell: 64,8 Ohm
 Blind: j 0,0 Ohm
 Phase: 0,0 Grad
 SWR: 1,30

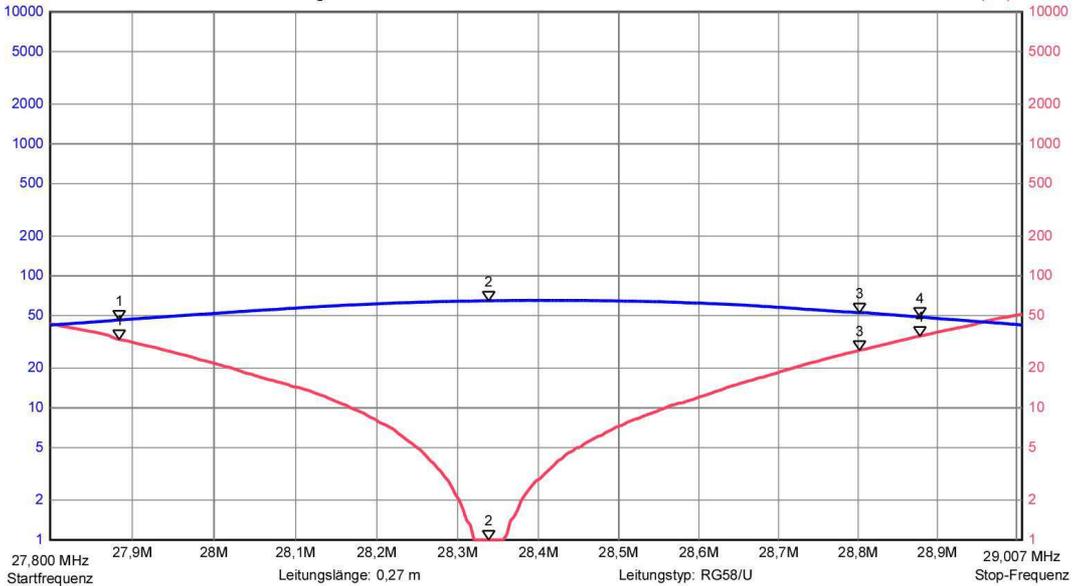
Marker 3
 Frequenz: 28,8017 MHz
 Reell: 52,6 Ohm
 Blind: j 27,3 Ohm
 Phase: 27,4 Grad
 SWR: 1,70

Marker 4
 Frequenz: 28,8778 MHz
 Reell: 48,8 Ohm
 Blind: j 35,0 Ohm
 Phase: 35,7 Grad
 SWR: 2,00

R_s / Ohm

FA-VA Mk3: zeige Datei C:\Users\Kuhlemeier\Documents\FA-VA MK3 12.2014 5 el.csv

|X_s| / Ohm



Marker 1
 Frequenz: 27,8840 MHz
 Reell: 46,4 Ohm
 Blind: -j 33,1 Ohm
 Phase: -35,5 Grad
 SWR: 1,97

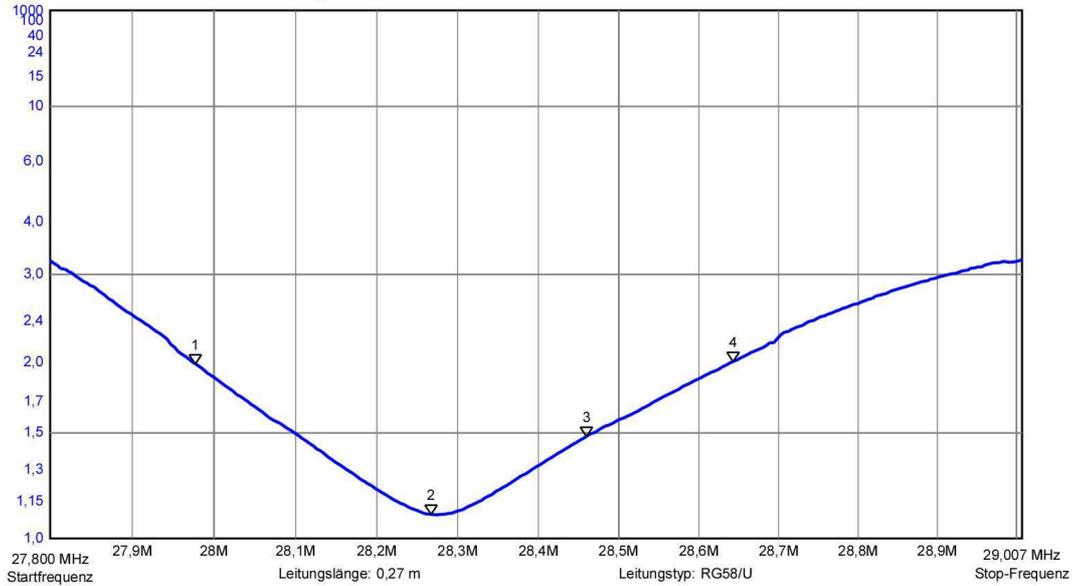
Marker 2
 Frequenz: 28,3382 MHz
 Reell: 64,8 Ohm
 Blind: j 0,0 Ohm
 Phase: 0,0 Grad
 SWR: 1,30

Marker 3
 Frequenz: 28,8017 MHz
 Reell: 52,6 Ohm
 Blind: j 27,3 Ohm
 Phase: 27,4 Grad
 SWR: 1,70

Marker 4
 Frequenz: 28,8778 MHz
 Reell: 48,8 Ohm
 Blind: j 35,0 Ohm
 Phase: 35,7 Grad
 SWR: 2,00

Stehwellenverhältnis

FA-VA Mk3: zeige Datei C:\Users\Kuhlemeier\Documents\FA-VA MK3 12.2014 6 el.csv



Marker 1
 Frequenz: 27,9771 MHz
 Reell: 39,9 Ohm
 Blind: -j 29,6 Ohm
 Phase: -36,6 Grad
 SWR: 1,99

Marker 2
 Frequenz: 28,2671 MHz
 Reell: 45,6 Ohm
 Blind: -j 0,1 Ohm
 Phase: -0,1 Grad
 SWR: 1,10

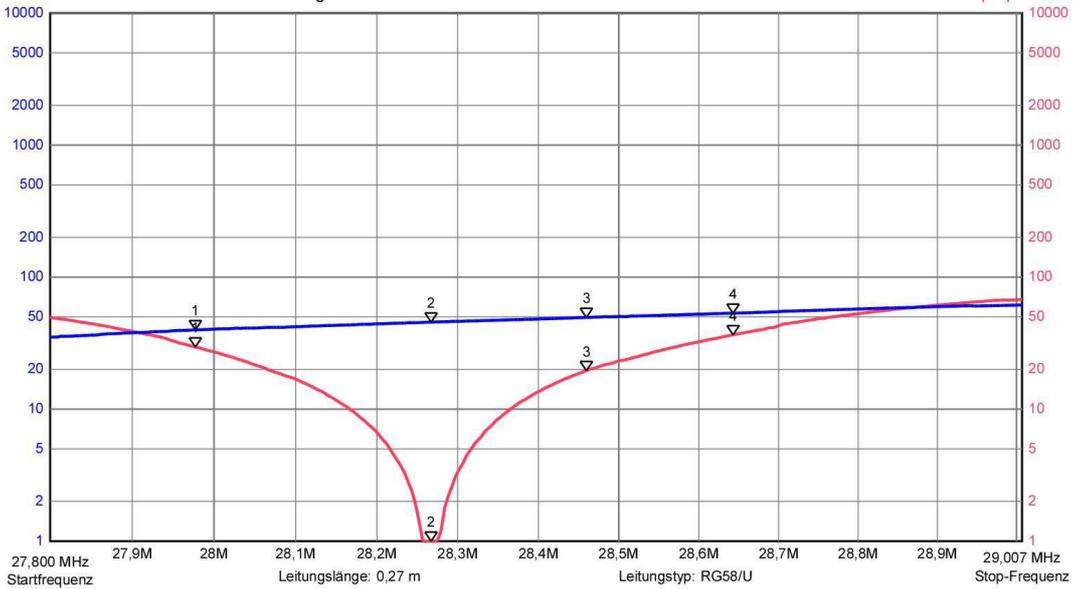
Marker 3
 Frequenz: 28,4596 MHz
 Reell: 49,5 Ohm
 Blind: j 19,6 Ohm
 Phase: 21,6 Grad
 SWR: 1,48

Marker 4
 Frequenz: 28,6427 MHz
 Reell: 53,3 Ohm
 Blind: j 36,6 Ohm
 Phase: 34,5 Grad
 SWR: 2,01

Rs / Ohm

FA-VA Mk3: zeige Datei C:\Users\Kuhlemeier\Documents\FA-VA MK3 12.2014 6 el.csv

|Xs| / Ohm



Marker 1
 Frequenz: 27,9771 MHz
 Reell: 39,9 Ohm
 Blind: -j 29,6 Ohm
 Phase: -36,6 Grad
 SWR: 1,99

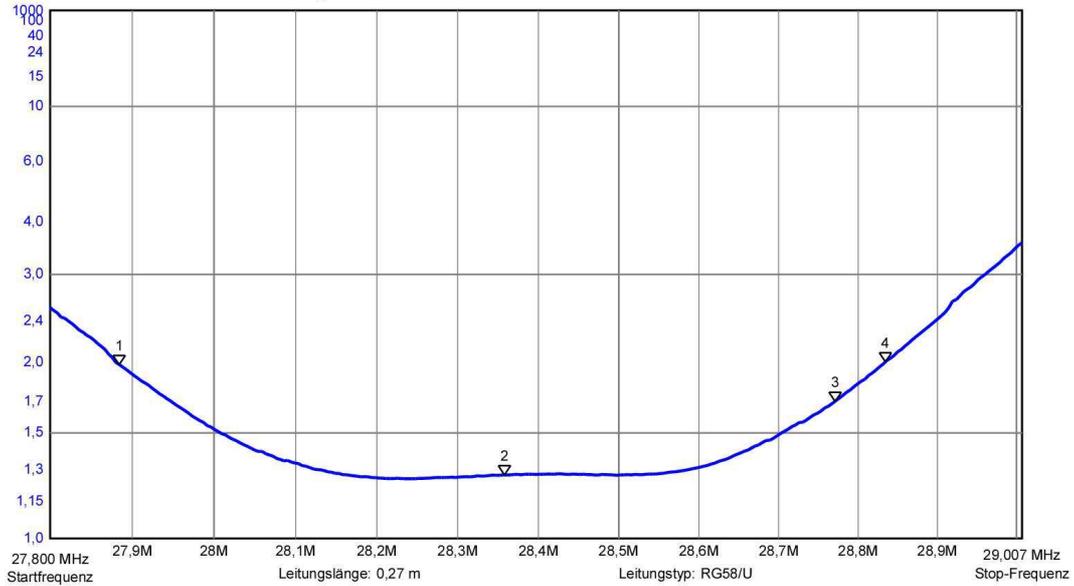
Marker 2
 Frequenz: 28,2671 MHz
 Reell: 45,6 Ohm
 Blind: -j 0,1 Ohm
 Phase: -0,1 Grad
 SWR: 1,10

Marker 3
 Frequenz: 28,4596 MHz
 Reell: 49,5 Ohm
 Blind: j 19,6 Ohm
 Phase: 21,6 Grad
 SWR: 1,48

Marker 4
 Frequenz: 28,6427 MHz
 Reell: 53,3 Ohm
 Blind: j 36,6 Ohm
 Phase: 34,5 Grad
 SWR: 2,01

Stehwellenverhältnis

FA-VA Mk3: zeige Datei C:\Users\Kuhlemeier\Documents\FA-VA MK3 12.2014 7 el.csv



Marker 1
Frequenz: 27,8840 MHz
Reell: 44,9 Ohm
Blind: -j 32,6 Ohm
Phase: -36,0 Grad
SWR: 1,98

Marker 2
Frequenz: 28,3578 MHz
Reell: 63,7 Ohm
Blind: j 0,0 Ohm
Phase: 0,0 Grad
SWR: 1,27

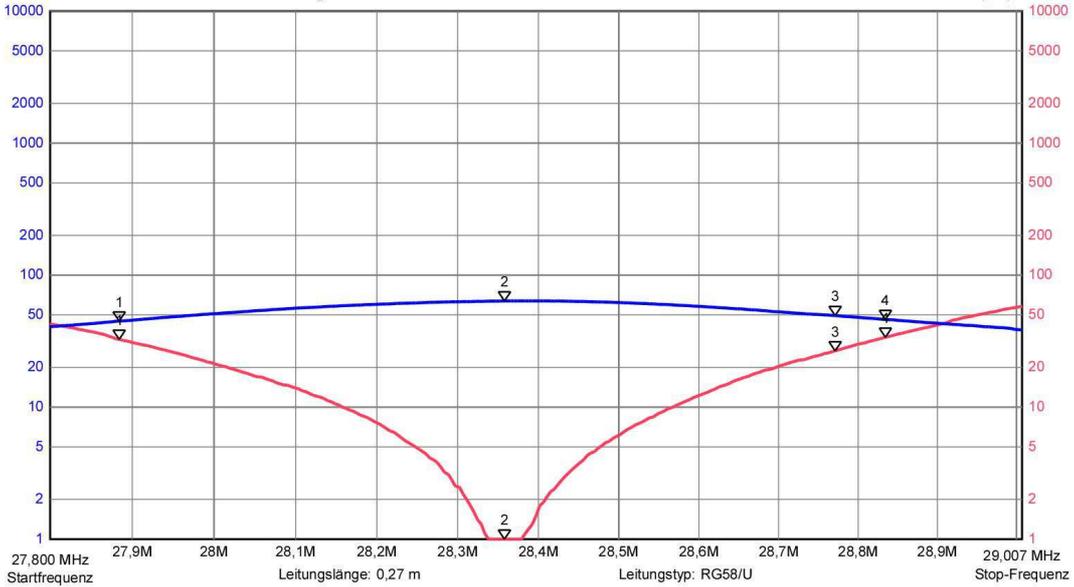
Marker 3
Frequenz: 28,7709 MHz
Reell: 49,4 Ohm
Blind: j 26,7 Ohm
Phase: 28,4 Grad
SWR: 1,70

Marker 4
Frequenz: 28,8343 MHz
Reell: 46,2 Ohm
Blind: j 33,9 Ohm
Phase: 36,3 Grad
SWR: 2,00

Rs / Ohm

FA-VA Mk3: zeige Datei C:\Users\Kuhlemeier\Documents\FA-VA MK3 12.2014 7 el.csv

|Xs| / Ohm



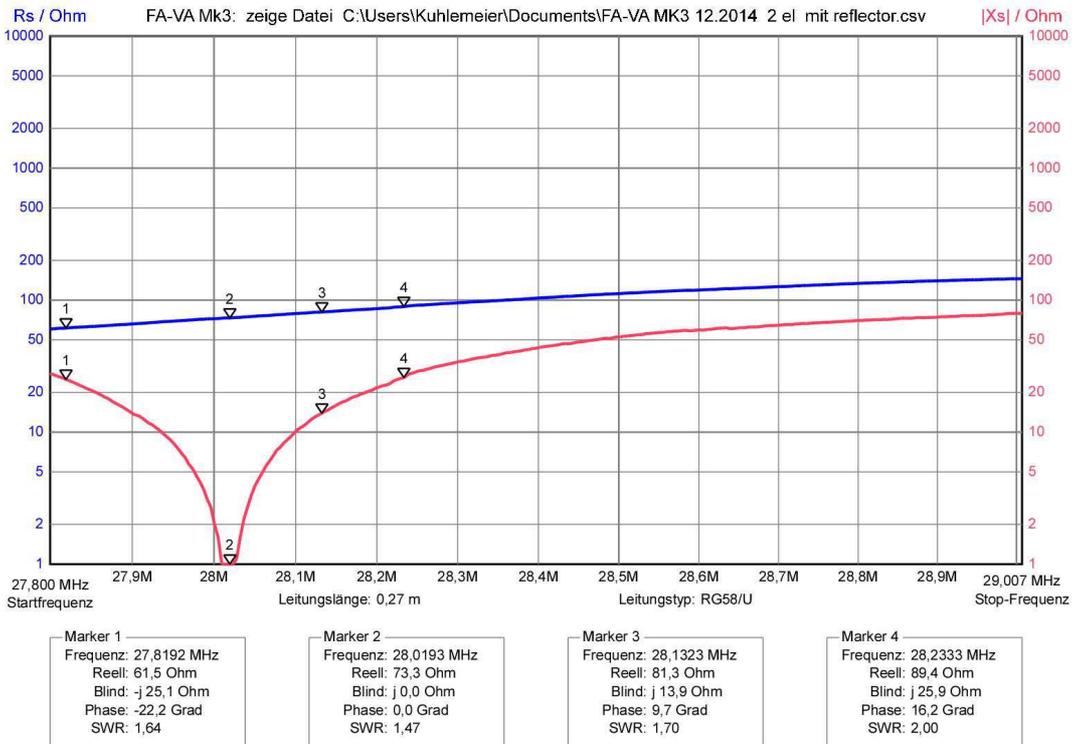
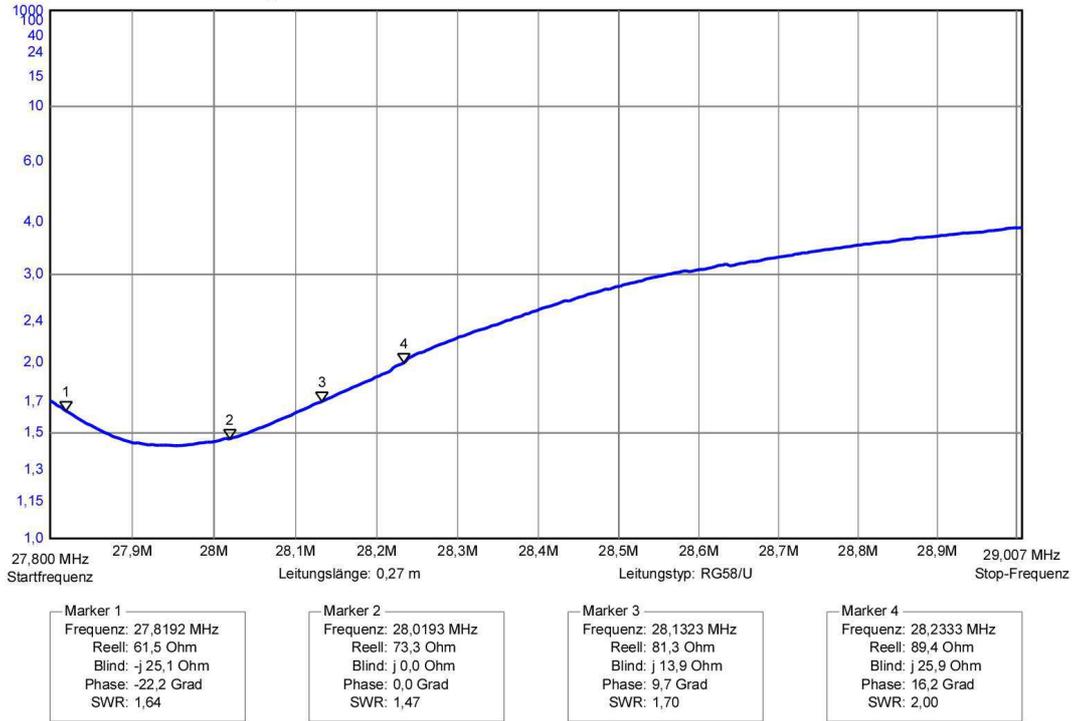
Marker 1
Frequenz: 27,8840 MHz
Reell: 44,9 Ohm
Blind: -j 32,6 Ohm
Phase: -36,0 Grad
SWR: 1,98

Marker 2
Frequenz: 28,3578 MHz
Reell: 63,7 Ohm
Blind: j 0,0 Ohm
Phase: 0,0 Grad
SWR: 1,27

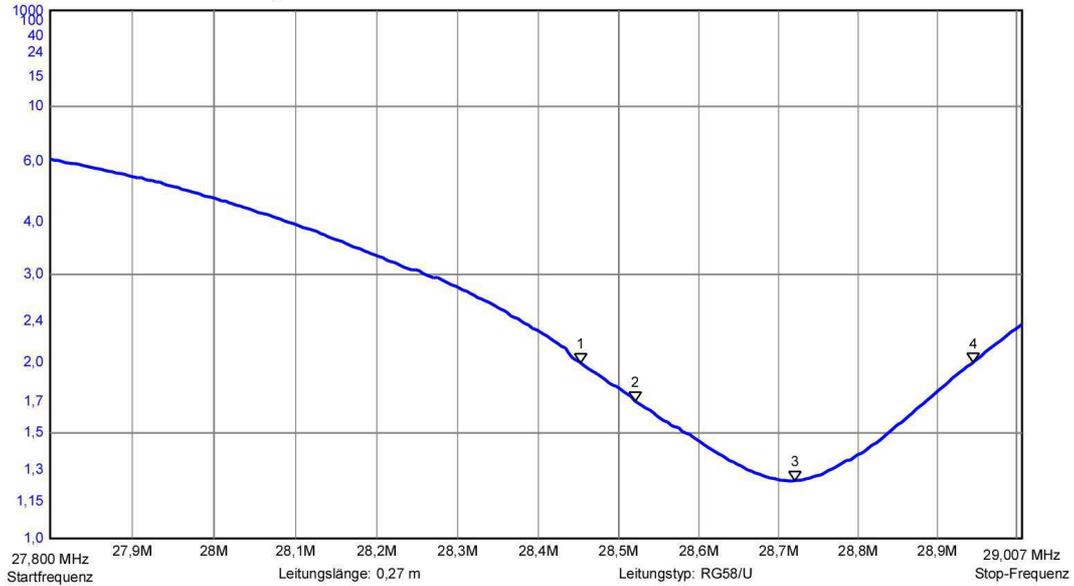
Marker 3
Frequenz: 28,7709 MHz
Reell: 49,4 Ohm
Blind: j 26,7 Ohm
Phase: 28,4 Grad
SWR: 1,70

Marker 4
Frequenz: 28,8343 MHz
Reell: 46,2 Ohm
Blind: j 33,9 Ohm
Phase: 36,3 Grad
SWR: 2,00

Stehwellenverhältnis FA-VA Mk3: zeige Datei C:\Users\Kuhlemeier\Documents\FA-VA MK3 12.2014 2 el mit reflector.csv



Stehwellenverhältnis FA-VA Mk3: zeige Datei C:\Users\Kuhlemeier\Documents\FA-VA MK3 12.2014 2 el mit director.csv

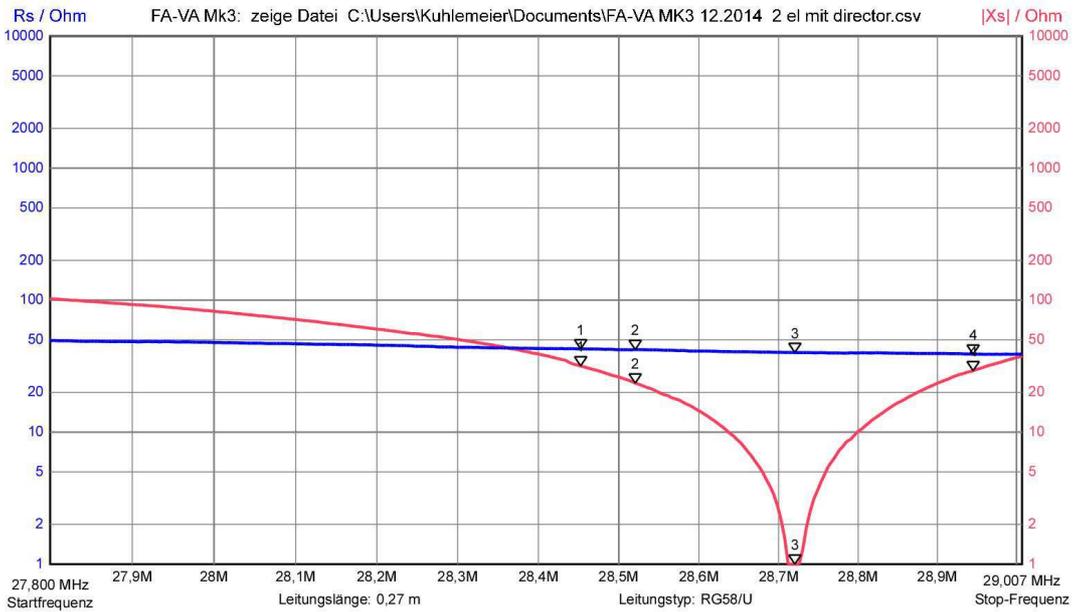


Marker 1
 Frequenz: 28,4525 MHz
 Reell: 42,7 Ohm
 Blind: -j 31,8 Ohm
 Phase: -36,6 Grad
 SWR: 2,00

Marker 2
 Frequenz: 28,5205 MHz
 Reell: 42,3 Ohm
 Blind: -j 23,5 Ohm
 Phase: -29,1 Grad
 SWR: 1,70

Marker 3
 Frequenz: 28,7203 MHz
 Reell: 40,1 Ohm
 Blind: -j 0,0 Ohm
 Phase: 0,0 Grad
 SWR: 1,25

Marker 4
 Frequenz: 28,9451 MHz
 Reell: 39,0 Ohm
 Blind: j 29,2 Ohm
 Phase: 36,9 Grad
 SWR: 2,00



Marker 1
 Frequenz: 28,4525 MHz
 Reell: 42,7 Ohm
 Blind: -j 31,8 Ohm
 Phase: -36,6 Grad
 SWR: 2,00

Marker 2
 Frequenz: 28,5205 MHz
 Reell: 42,3 Ohm
 Blind: -j 23,5 Ohm
 Phase: -29,1 Grad
 SWR: 1,70

Marker 3
 Frequenz: 28,7203 MHz
 Reell: 40,1 Ohm
 Blind: -j 0,0 Ohm
 Phase: 0,0 Grad
 SWR: 1,25

Marker 4
 Frequenz: 28,9451 MHz
 Reell: 39,0 Ohm
 Blind: j 29,2 Ohm
 Phase: 36,9 Grad
 SWR: 2,00

Anmerkungen zu den Schaubildern

Nachdem ich mich mit einem neu erworbenen **FA-VA3-Analyzer** einigermaßen vertraut gemacht hatte, habe ich die Testantenne selber noch einmal durchgemessen. Die Messleitung bestand aus 27 cm RG58/U.

Auch dieser Analyzer bestätigte das Phänomen der "zwei Gruppen von Quadantennen".

Unterschiede gab es bei den **absoluten Werten** (Resonanzfrequenz und Fußpunktwiderstand) zwischen der Messung mit dem **DG8SAQ-** und dem **FA-VA3-Analyzer**.

Vor dem Hintergrund wollen wir die Messungen im kommenden Jahr wiederholen und eventuell einen weiteren Analyzer hinzu ziehen.

Die Formeln (S.5) sind aus der „**DG8SAQ-Messung**“ entwickelt worden.

Ein Übertragungsfehler hatte zu einer falschen Zahl auf dem unteren Bruchstrich geführt. Die richtige Zahl ist 299,25.

Da die „Frequenzsprünge“ zwischen den Antennen mit zunehmender Elementzahl kleiner werden, müsste noch eine weitere Komponente in die Formel einfließen. Sie würde dann aber komplexer.

Eine Erklärung für das „sprunghafte“ Verhalten der Quads kann ich leider nicht liefern.

Ob sich Beams auch so verhalten, ist mir ebenso wenig bekannt.

DJ4PT