

Deutscher Amateur-Radio-Club e. V.

Ortsverband Siebengebirge (G25)

Delta-Loop-Antenne, Legenden, Theorie und Praxis

Karl Schmidt, DK5EC

Zusammenfassung

Im Folgenden wird der Aufbau einer einfachen Multiband Delta-Loop-Antenne für die Bänder 80 - 10m beschrieben. Mit dem Antennenberechnungsprogramm EZNEC wird der Aufbau theoretisch vorbereitet und mit dem preiswerten Antennenanalysator miniVNA messtechnisch begleitet bzw. graphisch dokumentiert. Ebenso werden die Vorteile eines Koaxialkabels gegenüber einer Hühnerleiter mit Matchbox für diesen Antennentyp praktisch und messtechnisch belegt.

Motivation

Seit einigen Wochen habe ich irgendwie mal wieder Lust, auf Kurzwelle arbeiten, nachdem ich die letzten Jahre primär auf den VHF/UHF-Bändern QRV war, um über Satelliten, ISS und Mond (EME) Betrieb zu machen (siehe meine Homepage <URL: <http://dk5ec.de>>). Für KW habe ich einen 18m Versa-Tower und 3-Element-Beam für 20/15/10 m, mit dem ich meist auf 20 m aktiv war, da in letzter Zeit auf 10 und 15 m relativ wenig los war. Ich musste feststellen, dass nach 19.00h auch auf 20m ziemliche Ruhe herrschte. Auf 40 und 80 m ging bei mir leider nichts, da mir meine halben Dipole für die beiden Bänder schon seit einigen Jahren abgerissen waren, und diese wegen meiner VHF/UHF- bzw. Space-Aktivitäten mir ohnehin nicht sehr fehlten.

Meine Vorlieben haben sich inzwischen geändert, und ich musste also etwas für die beiden Bänder tun. Da außerdem vor einigen Monaten in unserem OV G25 das Antennenanalysator-Fieber ausgebrochen ist, wollte ich die beabsichtigte Antenne nicht nur einfach aufbauen, sondern auch vorher theoretisch mit Antennenprogrammen berechnen, die Antenne nach erfolgtem Aufbau mit dem Anlaysator durchmessen und somit Theorie und Praxis vergleichen.

Theoretische Betrachtungen und Vorbereitungen

Nachdem wir die Delta-Loop unseres OV-Heims G25 wieder in die Gänge gebracht hatten (siehe Aktion Nobelpreisträger.. <URL: <http://dk5ec.de/Nobelpreis.htm>>.) und ich von den Sende/Empfangseigenschaften sehr angetan war, wollte ich mir diesen Antennentyp auch zu Hause aufbauen. Erstmal habe ich mich im Rothammel, ARRL Handbook und Internet schlau gemacht. In meiner alten Ausgabe vom Rothammel steht da nicht viel drin, er beschränkt sich auf Loops mit vertikaler Anordnung, also z.B. Cubical Quads. Im Internet bekam ich ein paar Tipps, teils mit widersprüchlichen Legenden, die mich aber neugierig machten. Die beste Beschreibung fand ich schließlich im ARRL-Handbook.

Im Handbook wird die Antenne als Loop Skywire bezeichnet, und von der Funker-Gemeinde als völlig unterbewerteter Geheimtipp dargestellt, was Kosten/Nutzenverhältnis anging. Dem musste ich nachträglich voll zustimmen. Die Antenne sei eine Multiband-Antenne ohne Traps, die mit normalen RG58-Koax gespeist werden kann, und so gut wie nichts kostet. Sie sei resonant auf der Grundfrequenz 3,5 MHz und auf jeder Vielfachen, also auch auf 40, 30, 20, 15 und 10 m. Das Handbook sagt weiter, dass ein ideales Abstrahlverhalten mit einem kreisförmigen Loop zu erreichen wäre, aber aufgrund der dazu notwendigen Aufhängepunkte kaum zu realisieren sei. Als Kompromiss käme dann eine quadratische Anordnung in Frage, die hier auch beschrieben wurde. Auch andere Formen wären denkbar, dann eben mit entsprechenden Kompromissen.

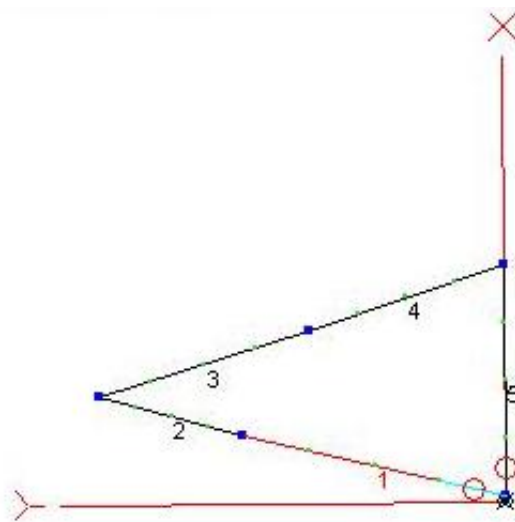
Der nächste Schritt war ein Rundgang (Site Survey) durch meinen Garten. Da die Grundstücksgrenzen von hohen Bäumen bewachsen sind, kam bei mir eine quadratischen Loop, wie im Handbook beschrieben, nicht in Frage, sondern nur eine dreieckige Anordnung. Aufgrund der möglichen Aufhängepunkte käme ein Dreieck von ca. 20x30x30m in Frage, gespeist mit einem Koaxkabel in einer Ecke des Dreiecks, d.h. am Aufhängepunkt Versa-Tower. Für die beiden anderen Aufhängepunkte eignen sich der Fernseh-Antennenmast auf dem Hausdach und eine hohe Fichte am hinteren Grundstücksrand.

Unsere OV-Heim-Deltaloop nutzt eine riesige Matchbox und Hühnerleiter, denen zwar hervorragende Eigenschaften zugetraut werden, die ich aber aus den folgenden Gründen vermeiden wollte. Aufgrund des metallenen Versa-Towers Hauswand-Durchführung wäre eine Hühnerleiter schwierig zu realisieren, und eine dicke Matchbox habe ich auch nicht. Also kam für mich

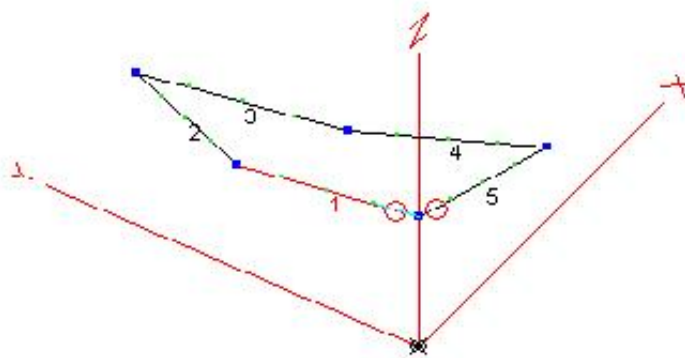
nur Koaxialkabel als Einspeisung in Frage, wie im Handbook vorgeschlagen. Als Vergleich habe ich die Messergebnisse der Deltaloop mit Hühnerleiter weiter unten dargestellt, mit sehr interessanten Ergebnissen und Schlussfolgerungen.

Als Nächstes war die Gesamtlänge des Drahtes zu bestimmen. Dafür habe ich mir aus dem Internet das Antennen-Berechnungsprogramm EZNEC heruntergeladen. Da eine Loop-Antenne neben dem Dipol wohl die einfachste Antennenform darstellt, konnte ich mit EZNEC bzw. mit Hilfe der einfachen und präzisen Einführung die notwendigen Parameter eingeben und die Antenne berechnen lassen. Auch die in der Freeware-Version reduzierte Anzahl der Messpunkte (Segments) reichen für diese einfache Antenne völlig aus. EZNEC brücksichtigt auch verschiedene Bodenverhältnisse, Aufbauhöhe und Drahtstärke, so dass ich dem Programm mehr zutraute als den üblichen einfachen Berechnungsformeln aus c , f und k .

EZNEC verlangt nun, die Aufhängepunkte in ein dreidimensionales Koordinatensystem einzutragen. Bezogen auf mein Grundstück ist hier die Y-Achse eine Parallellinie zu meiner östlichen Grundstücksgrenze und die X-Achse zur nördlichen Grenze. Die Z-Achse bezeichnet die Höhe der Aufhängepunkte, bei mir ist das gleichermaßen mein Versa-Tower als Ausgangspunkt und Einspeisung. Das linke Bildchen ist identisch mit dem rechten, nur habe ich das Diagramm so verschoben, dass man das Dreieck von oben als zweidimensionales Gebilde sieht. Das Verschieben in jeden beliebigen Blickwinkel geht mit EZNEC recht einfach.



EZ

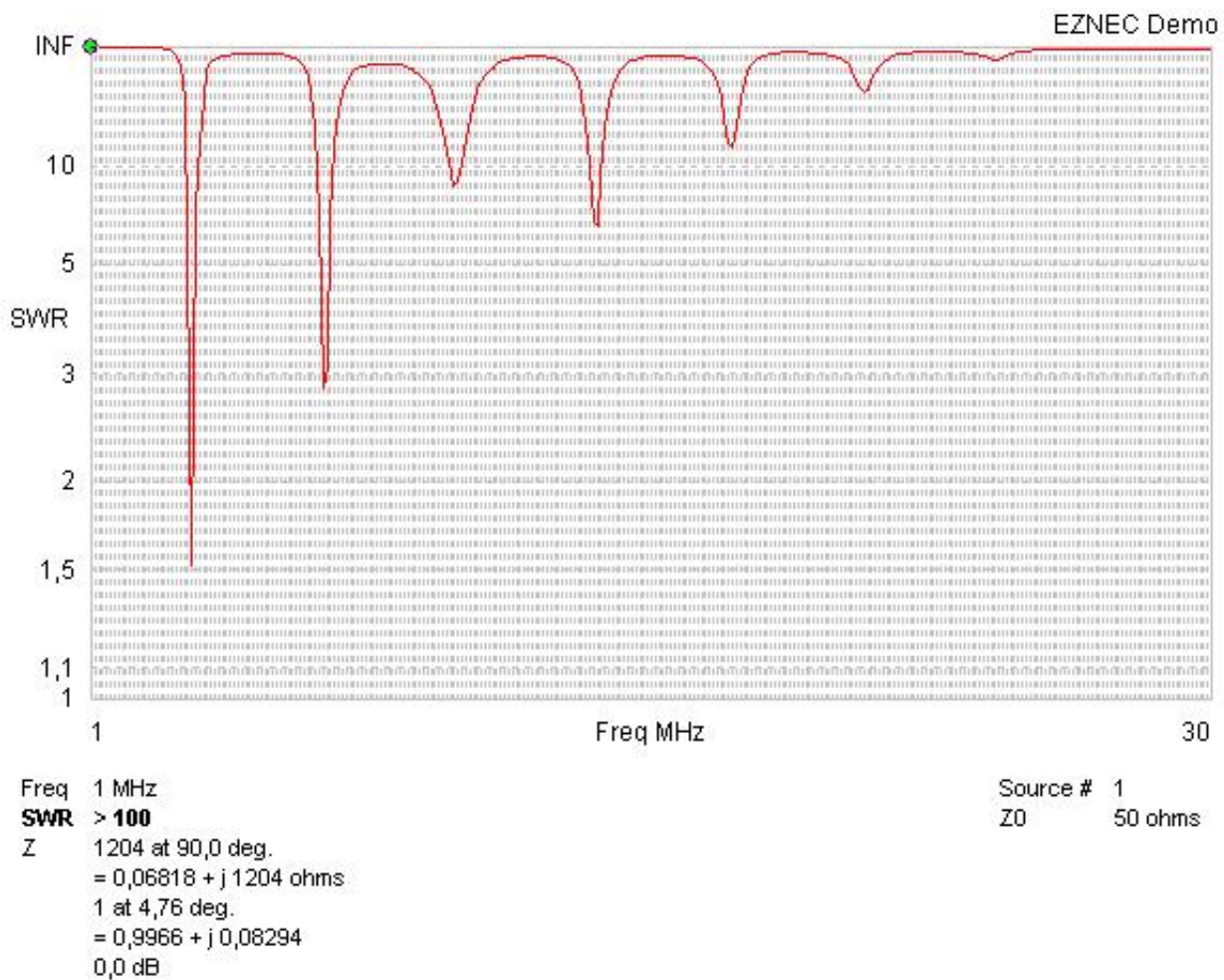


Die obigen Bilder erzeugt EZNEC automatisch aus den Einträgen, die man in die Tabelle "Wires" eintragen muss. Ich habe hier die beiden langen Drähte nochmal in jeweils 2 Teile geteilt, da ich hier das absichtliche Durchhängen der langen Drähte simulieren wollte. Ich habe somit das Gebilde in 5 Einzelteile zerlegt, obwohl es natürlich aus einem einzigen Draht besteht.

Der Teil-Draht No. 1 ist seinem Ende End1 am Versa-Tower aufgehängt ($X=0m$, $Y=0m$, Höhe $Z=15m$) und endet im Durchhängepunkt End2 bei $X=5$, $Y=20$, Höhe $=6m$. End2 von Teildraht 1 ist identisch mit End1 von Teil-Draht 2, usw. In der Spalte Conn tragen sich automatisch die Verbindungspunkte ein, z.B. W5E2 ins Spalte 1, d.h. also Draht1/End1 trifft Draht5/End2.

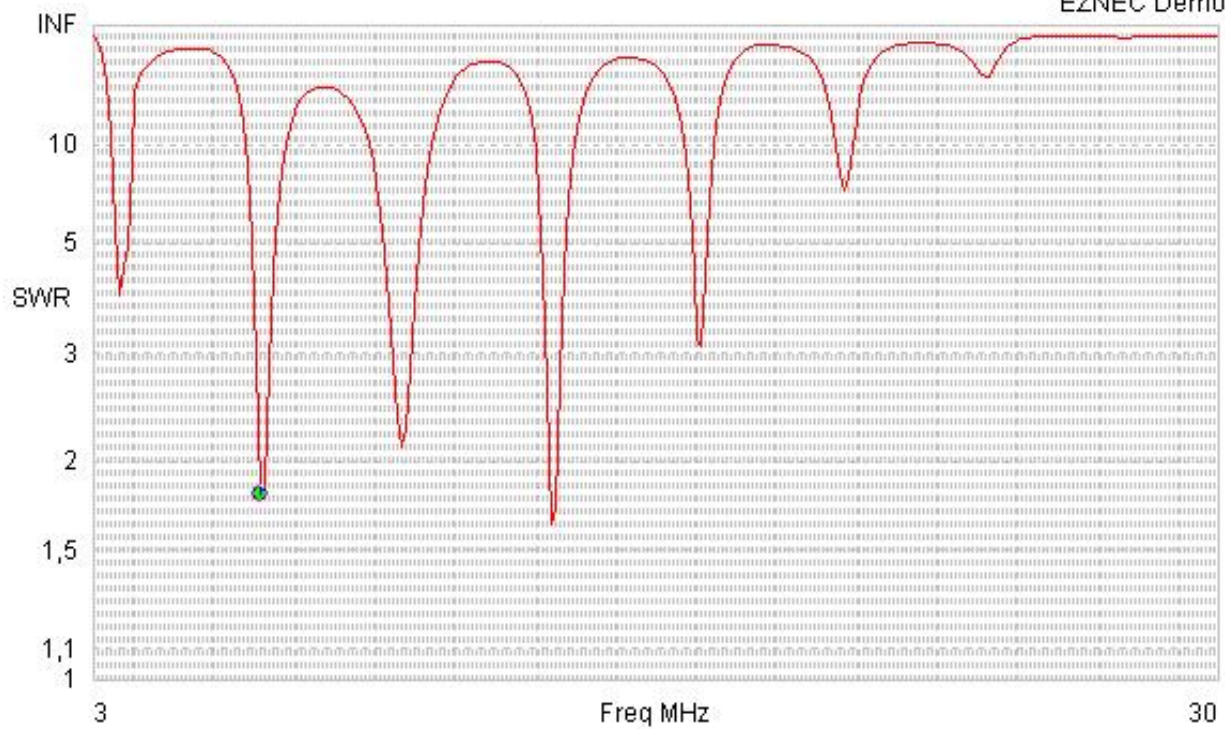
Wires													
<input type="checkbox"/> Coord Entry Mode <input type="checkbox"/> Preserve Connections <input checked="" type="checkbox"/> Show Wire Insulation													
	No.	End 1				End 2				Diameter (mm)	Segs	Insulation	
		X (m)	Y (m)	Z (m)	Conn	X (m)	Y (m)	Z (m)	Conn			Diel C	Thk (mm)
▶	1	0	0	15	W5E2	5	20	6	W2E1	#12	4	1	0
	2	5	20	6	W1E2	8	31	8	W3E1	#12	4	1	0
	3	8	31	8	W2E2	13	15	6	W4E1	#12	4	1	0
	4	13	15	6	W3E2	18	0	8	W5E1	#12	4	1	0
	5	18	0	8	W4E2	0	0	15	W1E1	#12	4	1	0
*													

Das war eigentlich alles, was man machen muss, um die Berechnungen zu starten und sich die Ergebnisse anzeigen zu lassen. Über den Button SWR kann man sich jetzt über jeden beliebigen Frequenzbereich die Resonanzen des Antennengebildes anzeigen lassen, wie unten dargestellt.



Das Diagramm zeigt sehr schön die Resonanzen bei 3,6 MHz und deren Vielfaches. Ursprünglich hatte ich die Y-Achse mit 30m in die oben beschriebene Wires-Tabelle eingesetzt, also ohne vorher die tatsächliche theoretische Resonanzlänge nachzurechnen. Wie sich zeigte, lag ich mit meinen geratenen Werten gar nicht so weit daneben. Ich brauchte nur 1m bei Y hinzuzugeben, und schon war ich auf der gewünschten Resonanzfrequenz gemäß SWR-Diagramm. Die tatsächliche Länge der einzelnen Drahtsegmente und somit die Gesamtlänge konnte ich in den o.a. Koordinaten-Bildchen ablesen, wenn ich den Mauszeiger über das jeweilige Segment bewegte. Das waren dann 86 m.

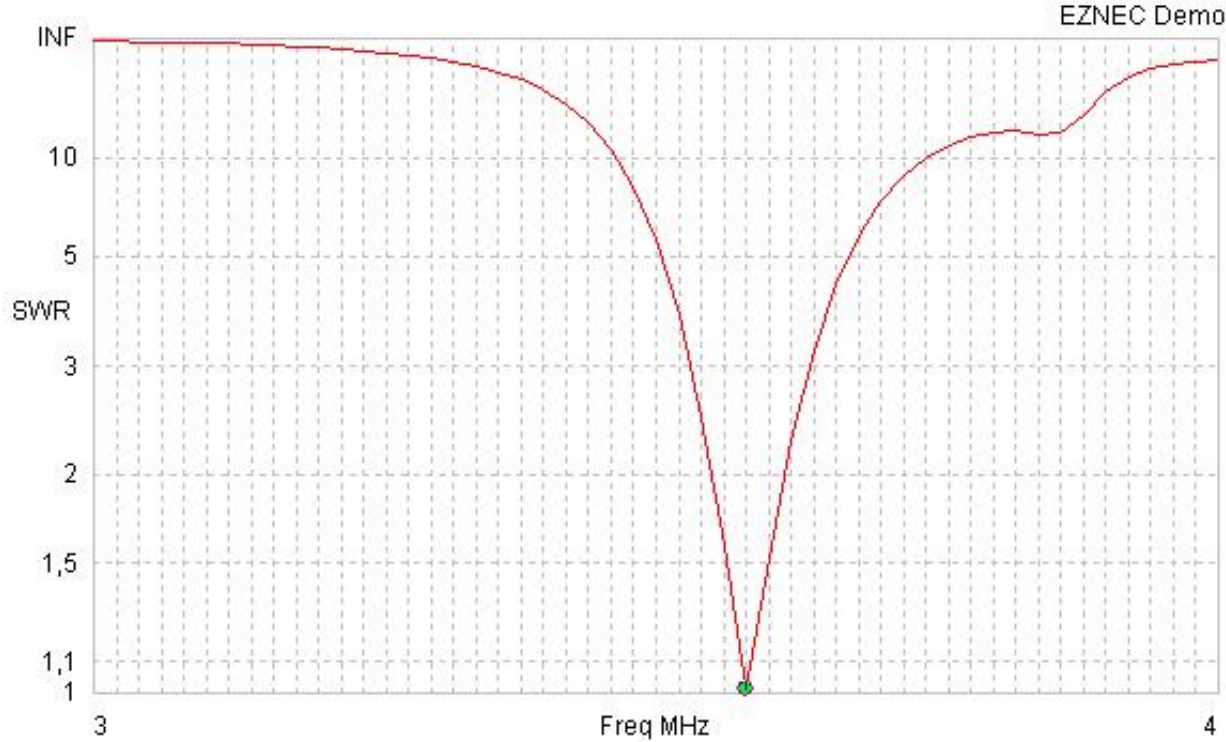
Das obige SWR-Diagramm wurde bei Annahme einer Eingangsimpedanz von 50 Ohm errechnet. Bei 3,6 MHz habe ich eigentlich hervorragende Werte mit 56 Ohm und SWR 1:1,5. Bei 7 MHz habe ich theoretische 128 Ohm und SWR von 1:2,8. Beide Bänder ließen sich ggf. auch ohne zusätzliche Anpassung betreiben. Die gleiche Messung habe ich dann wiederholt bei einer Annahme einer Eingangsimpedanz von 200 Ohm, in der Hoffnung, dass sich die SWR-Werte der oberen Bänder verbessert, sie u.a. Diagramm.



Freq 7 MHz Source # 1
SWR 1,79 Z0 200 ohms
 Z 129,3 at -21,02 deg.
 = 120,7 - j 46,36 ohms
 0,2836 at -141,47 deg.
 = -0,2219 - j 0,1766
 10,9 dB

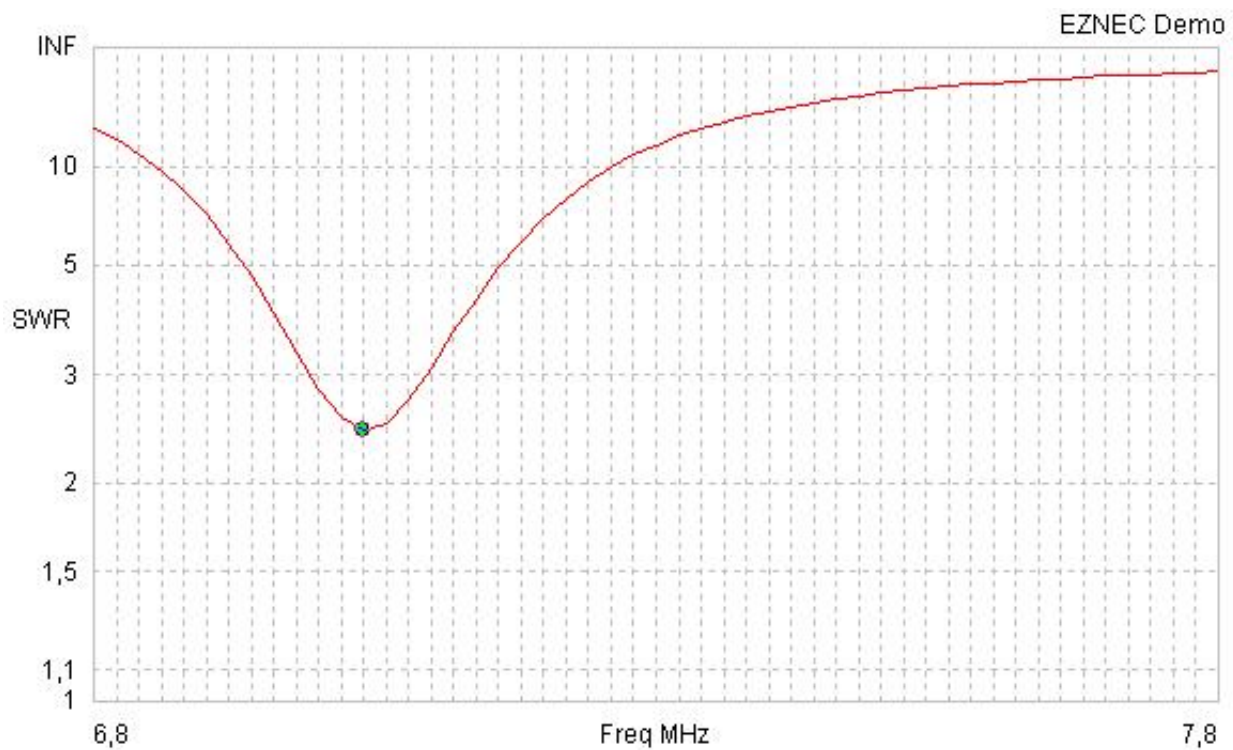
Tatsächlich verbessern sich hier die Werte für die oberen Bänder, aber das SWR wird dafür bei 80 m schlechter. Da aber mein Hauptinteresse im 80/40m-Betrieb liegt, habe ich mir dann vorgenommen, das Kabel am Einspeisepunkt ohne Impedanzanpassung anzuschließen.

Das Diagramm deutet auf eine hohe Schmalbandigkeit der beiden Wunschbänder hin. Im folgenden Bild ist das SWR noch mal für den Bereich 3-4 MHz in hoher Auflösung zu sehen. Aufgrund der hohen Auflösung ist jetzt sogar der theoretische Resonanzwert bzw. SWR von 1:1 mit 50,4 Ohm erreicht. Die Bandbreite bei SWR < 1:2 liegt hier zwischen 3,55 - 3,6 MHz, also gerade mal 45 kHz



Freq 3,58 MHz Source # 1
SWR 1,016 Z0 50 ohms
 Z 50,4 at -0,79 deg.
 = 50,4 - j 0,6913 ohms
 0,007933 at -59,82 deg.
 = 0,003988 - j 0,006858
 42,0 dB

Beim 40m-Band sieht es ähnlich aus, allerdings mit schlechterem, aber akzeptablen SWR ohne Impedanzanpassung:



Freq 7,04 MHz Source # 1
SWR 2,42 Z0 50 ohms
 Z 121 at -1,78 deg.
 = 121 - j 3,768 ohms
 0,4156 at -1,78 deg.
 = 0,4154 - j 0,01288
 7,6 dB

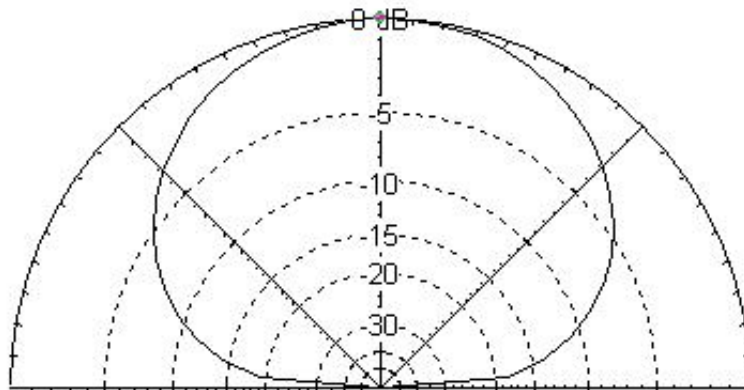
Es folgen hier die mit EZNEC errechneten Richtdiagramme für alle Kurzwellenbänder. Bei der relativ geringen Antennenhöhe ist die Antenne bei 80m natürlich ein Steilstrahler in Richtung 90 Grad nach oben, bei 45 Grad Elevation hat sie 3 dB weniger.

Insgesamt wirkt sie aber in der Horizontalen fast wie ein Rundstrahler, der maximal Unterschied Nord/Süd- (ca. Y-Achse) zu West/Ost- Ca. X-Achse) beträgt ca. 3 dB. Bei den höheren Bändern wird die Richtcharakteristik und Verzifpelung entsprechend ausgeprägter.

Richtdiagramm bei 80m

Total Field

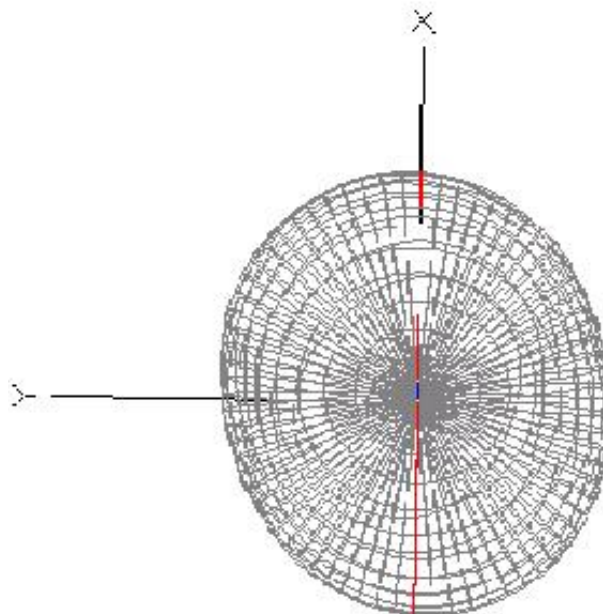
EZNEC Demo



3,6 MHz

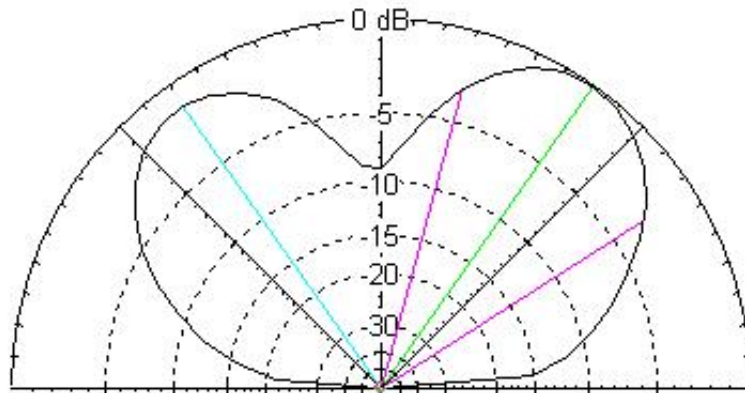
Elevation Plot		Cursor Elev	90,0 deg.
Azimuth Angle	0,0 deg.	Gain	8,56 dBi
Outer Ring	8,56 dBi		0,0 dBmax
			0,0 dBmax3D
3D Max Gain	8,56 dBi		
Slice Max Gain	8,56 dBi @ Elev Angle = 90,0 deg.		
Beamwidth	89,4 deg.; -3dB @ 44,1, 133,5 deg.		
Sidelobe Gain	< -100 dBi		
Front/Sidelobe	> 100 dB		

EZNEC II



Der Vollständigkeit halber folgen die Plots für die Bänder 40, 30, 20 und 10m, die hier schon eine deutlichere Richtcharakteristik aufzeigen. Erwartungsgemäß strahlt die Antenne mit zunehmender Frequenz auch flacher ab.

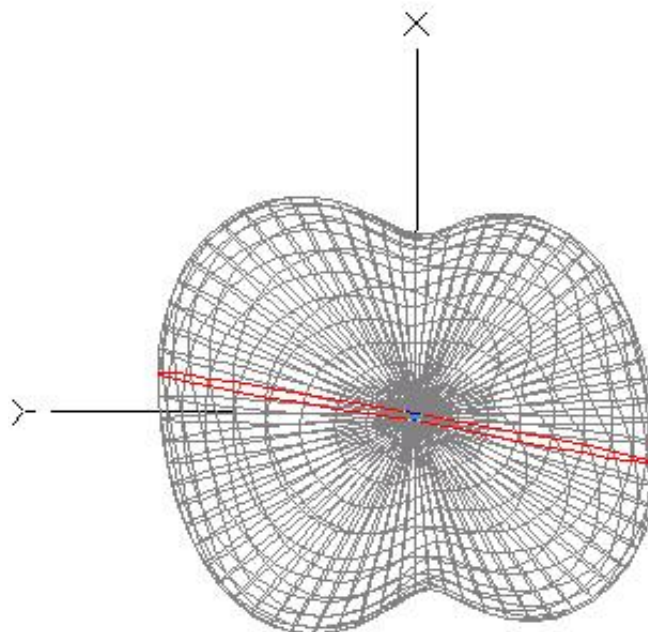
Richtdiagramm bei 40m



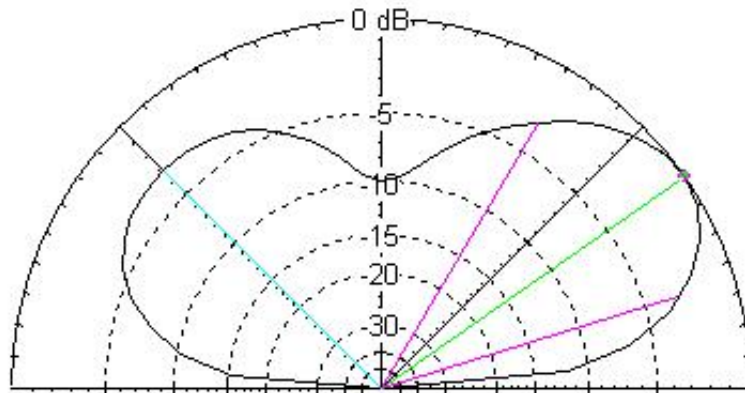
7 MHz

Elevation Plot		Cursor Elev	180,0 deg.
Azimuth Angle	80,0 deg.	Gain	-99,99 dBi
Outer Ring	8,02 dBi		-99,99 dBmax
			-99,99 dBmax3D
3D Max Gain	8,02 dBi		
Slice Max Gain	8,01 dBi @ Elev Angle = 55,0 deg.		
Beamwidth	42,3 deg.; -3dB @ 32,6, 74,9 deg.		
Sidelobe Gain	6,85 dBi @ Elev Angle = 125,0 deg.		
Front/Sidelobe	1,16 dB		

EZNEC I



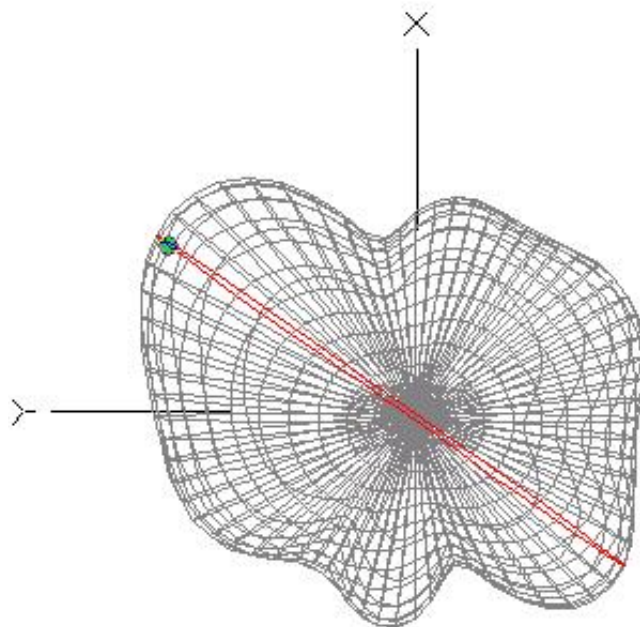
Richtdiagramm bei 17m



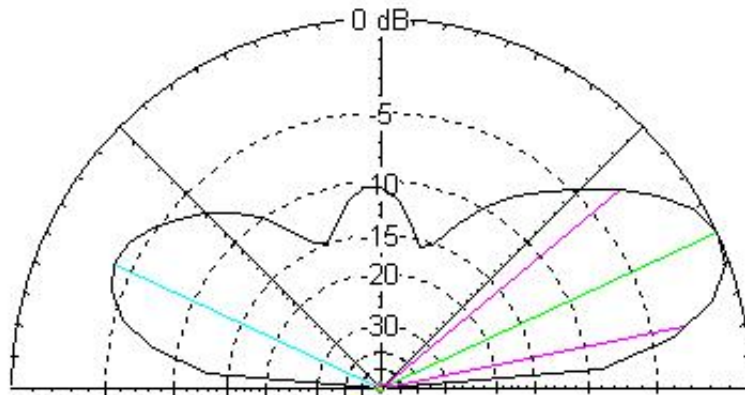
10,4 MHz

Elevation Plot		Cursor Elev	35,0 deg.
Azimuth Angle	55,0 deg.	Gain	7,89 dBi
Outer Ring	7,89 dBi		0,0 dBmax
			0,0 dBmax3D
3D Max Gain	7,89 dBi		
Slice Max Gain	7,89 dBi @ Elev Angle = 35,0 deg.		
Beamwidth	42,1 deg.; -3dB @ 17,1, 59,2 deg.		
Sidelobe Gain	4,73 dBi @ Elev Angle = 135,0 deg.		
Front/Sidelobe	3,16 dB		

EZNEC



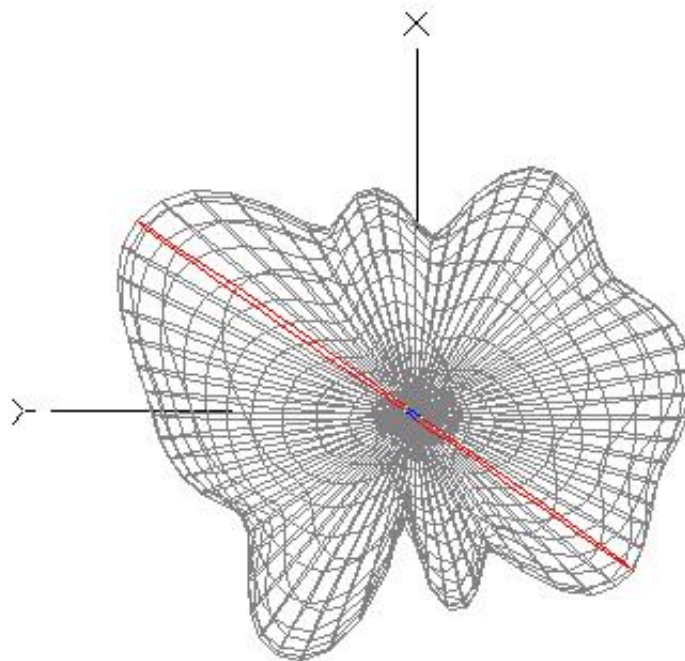
Richtdiagramm bei 20m



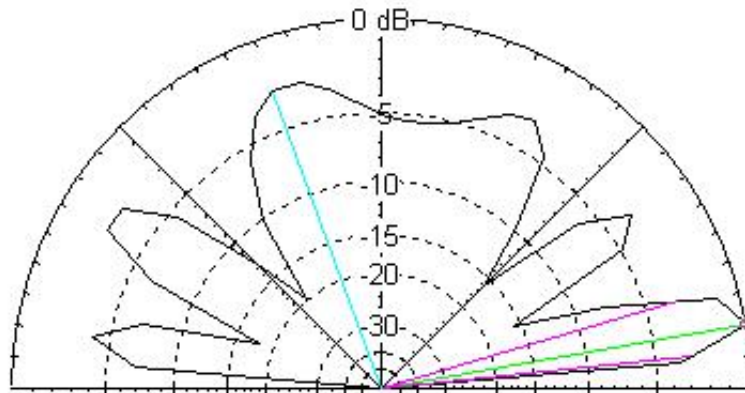
14 MHz

Elevation Plot		Cursor Elev	180,0 deg.
Azimuth Angle	55,0 deg.	Gain	-99,99 dBi
Outer Ring	8,69 dBi		-99,99 dBmax
			-99,99 dBmax3D
3D Max Gain	8,69 dBi		
Slice Max Gain	8,69 dBi @ Elev Angle = 25,0 deg.		
Beamwidth	28,4 deg.; -3dB @ 11,5, 39,9 deg.		
Sidelobe Gain	4,74 dBi @ Elev Angle = 155,0 deg.		
Front/Sidelobe	3,95 dB		

EZNEC



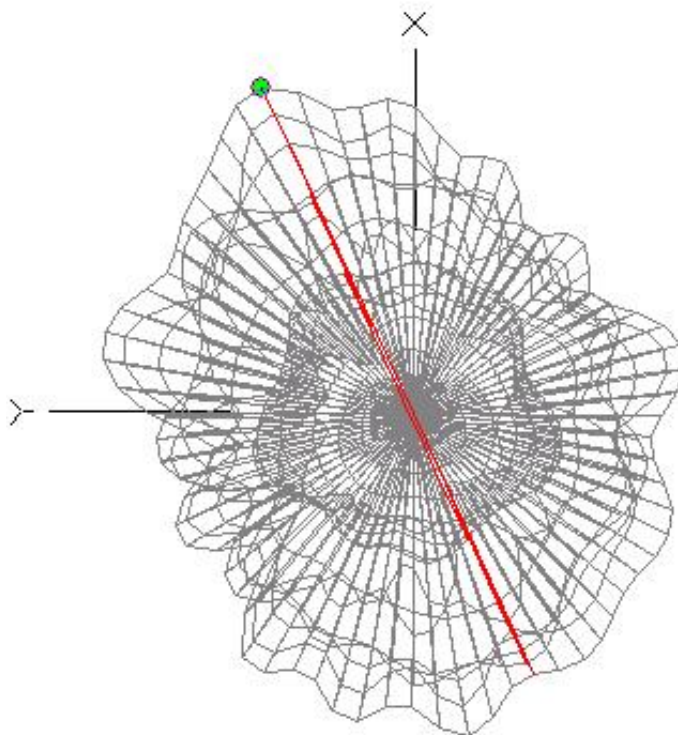
Richtdiagramm bei 10m



28 MHz

Elevation Plot		Cursor Elev	10,0 deg.
Azimuth Angle	25,0 deg.	Gain	7,83 dBi
Outer Ring	7,83 dBi		0,0 dBmax
			0,0 dBmax3D
3D Max Gain	7,83 dBi		
Slice Max Gain	7,83 dBi @ Elev Angle = 10,0 deg.		
Beamwidth	10,7 deg.; -3dB @ 5,8, 16,5 deg.		
Sidelobe Gain	5,16 dBi @ Elev Angle = 110,0 deg.		
Front/Sidelobe	2,67 dB		

EZNEC I



Und jetzt die Praxis

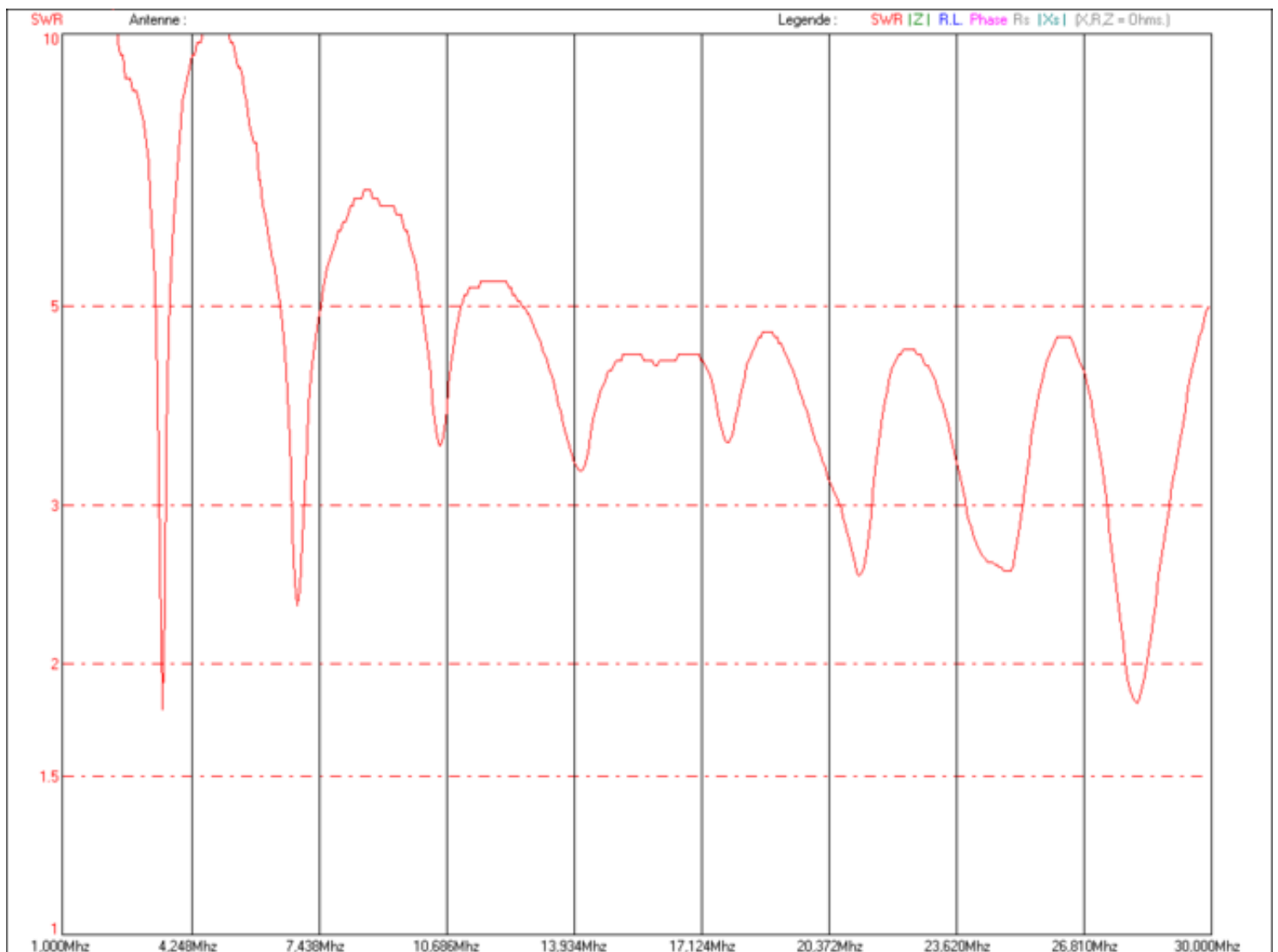
Nachdem ich mich in der Theorie fit gemacht hatte, machte ich mich nun an den Aufbau der Antenne. Wie im Handbook angedeutet, hat auch bei mir die Antenne keinen Cent gekostet, da ich alles meiner Bastelkiste entnehmen konnte. Die 3 vorgesehenen Aufhängepunkte waren auch schon da: der Versa-Tower, der Fernsehantennenmast auf dem Hausdach, und die Fichte. Letztere besaß noch einen Strick, den ich mal vor grauer Vorzeit mit dem Flitzebogen über die Tannenspitze für die Aufhängung eines Langdrahts geschossen hatte. 1:1-Balun, Drahtlitze, Isolatoren für die Abspannung sowie Seilklemmen hatte ich auch noch. Das RG58/U auf den Versa-Tower war schon gezogen, da ich früher mal eine Discone-Antenne für den

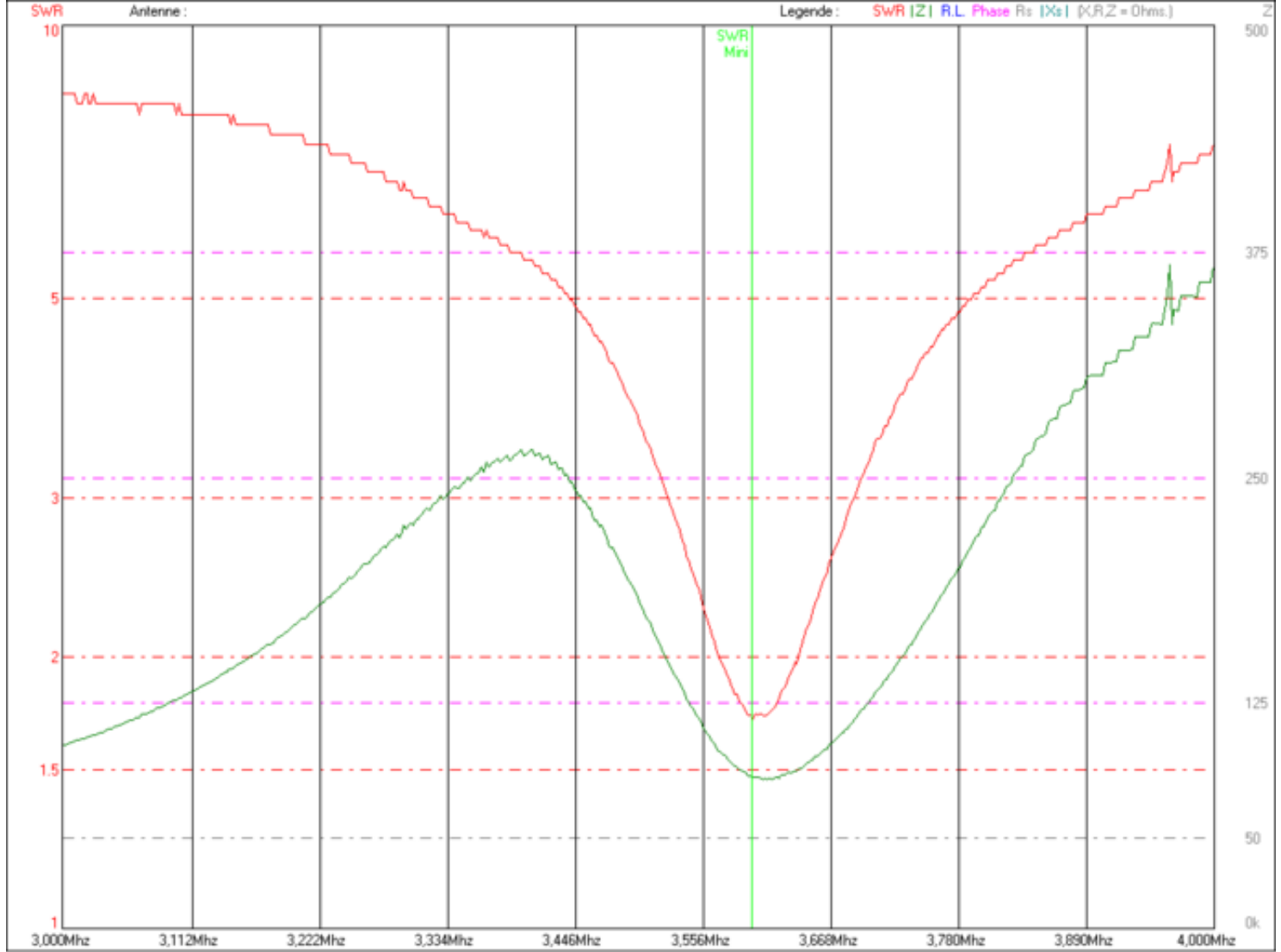
VHF/UHF-Bereich in der Nähe der Mastspitze betrieben hatte.

Der ehemalige, kaum benutzte Langdraht wurde mit für den Loop genutzt, für die andere Hälfte nahm ich noch einen anderen Typ isolierte Kupferlitze. Als Drahtlänge nahm ich grob die Werte aus dem EZNEC-Berechnungen, allerdings habe ich die nur mit meiner Schrittlänge ausgemessen. Ein kräftiger Schritt mit meinen etwas kurzen Beinen = 1 m. Ich erwartete ohnehin, im ersten Versuch voll daneben zu liegen, da ich die Erdverhältnisse im EZNEC-Programm sicherlich nur höchst ungenau eingeben konnte. Es müssten über den Daumen gepeilt so in etwa irgendwo zwischen 80 und 90 Meter sein.

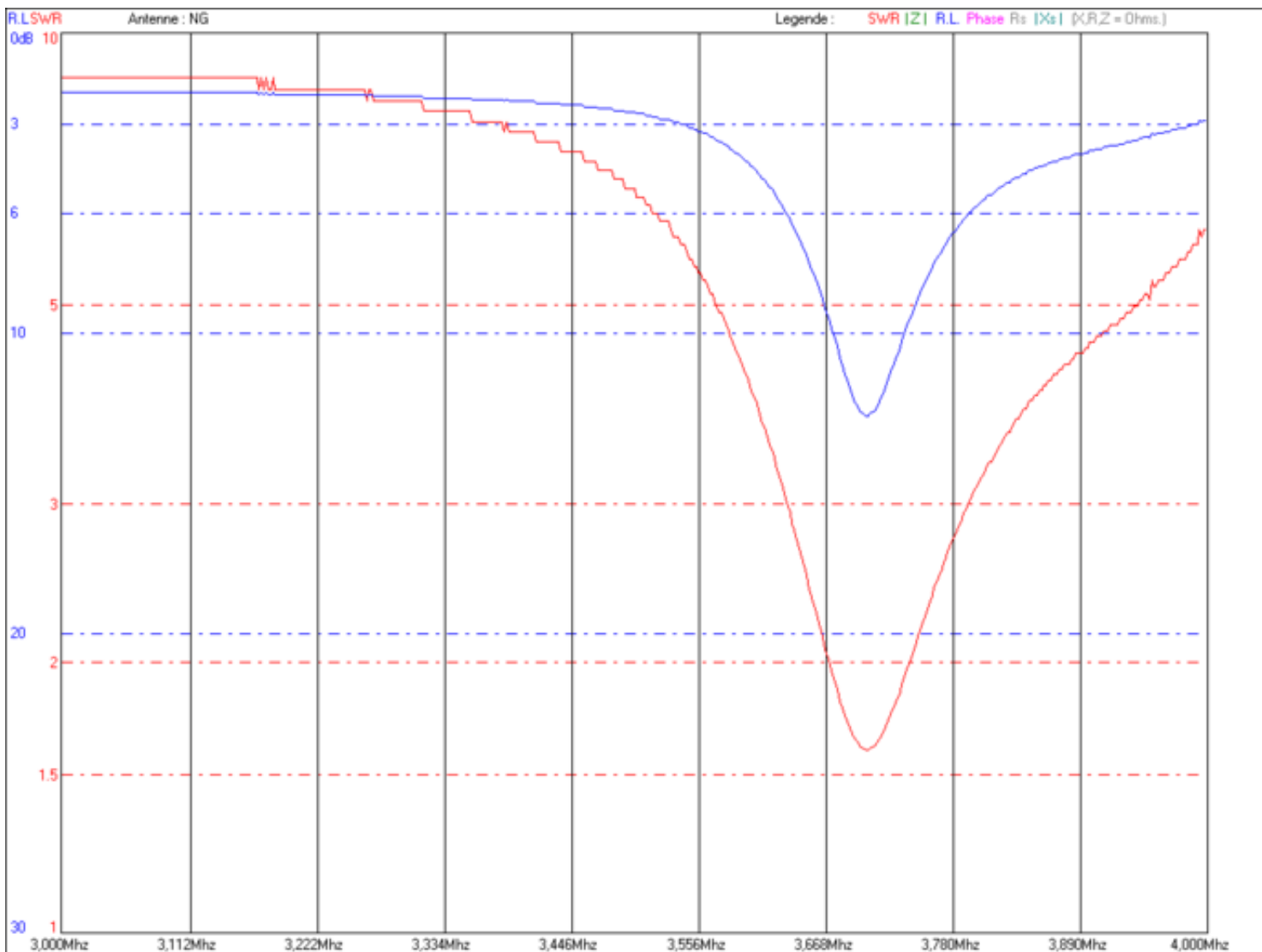
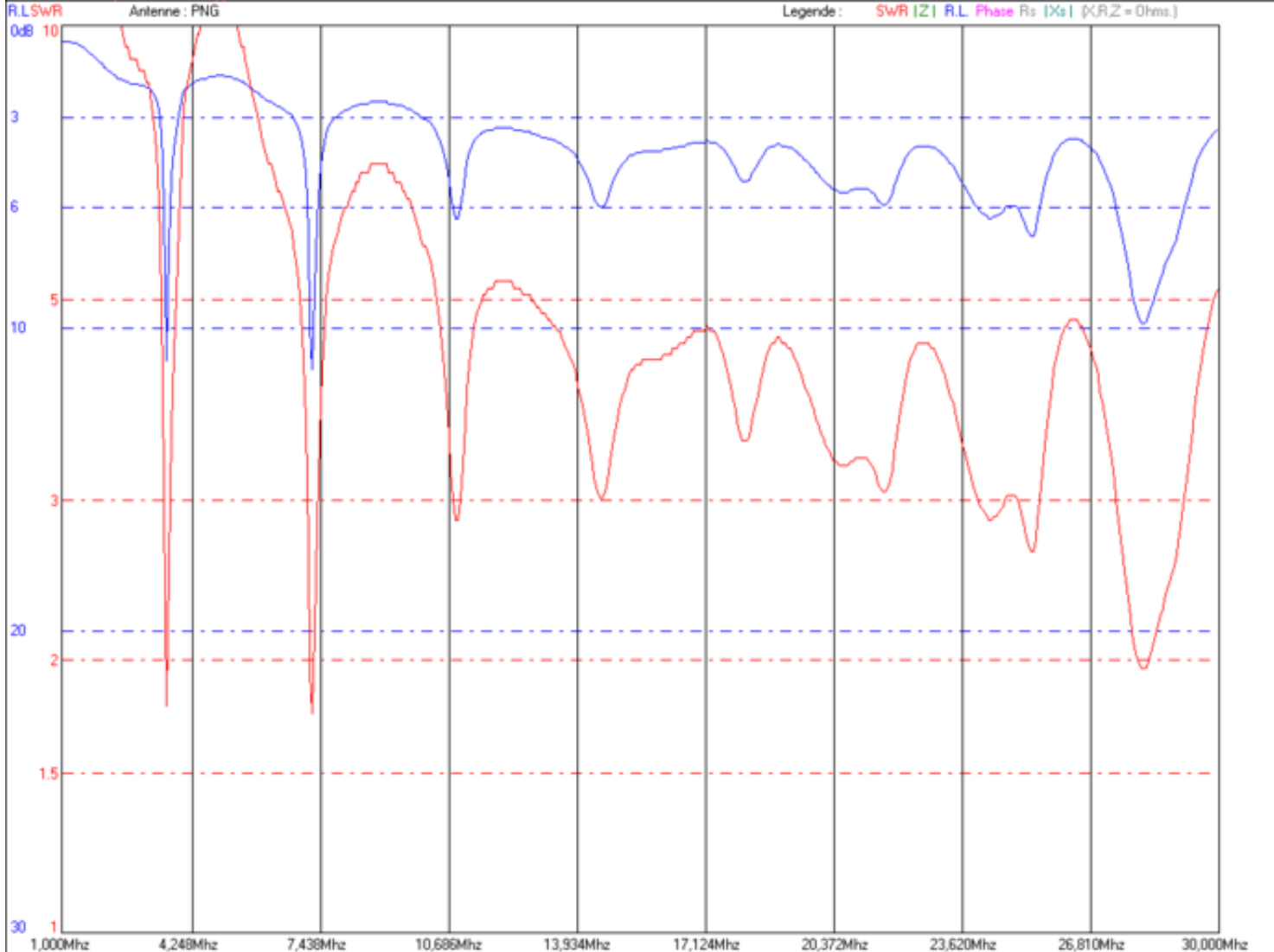
Meinen Versa-Tower ist fest an die Garagenwand geschraubt, ich kann ihn auf die Höhe von ca. 7-8 m herunterkurbeln. Mein Hausfirst hat etwa die gleiche Höhe, so dass der Antennendraht im heruntergekurbelten Zustand teilweise auf den Dachziegeln lag. An der Fichte zog ich den Draht auf Soll-Höhe. Bevor ich mich an das Heraufkurbeln des Mastes machte, das ja immerhin von mir alten Knaben eine recht sportliche Leistung einfordert, wollte ich schon mal die erste Messung durchführen. Pünktlich erschien Heinz, DL9NDG, bei mir mit dem Antennenanalyser minVNA, den er sich kurz vorher beim anderen Heinz, DD9KA, ausgeliehen hatte. Ein passenden Adapter BNC auf PL hatte ich schnell gefunden, und los ging's.

Das Ergebnis ist in Bild unten zu bestaunen. Zu meiner Freude lagen Theorie (EZNEC-Berechnungen) und Praxis (miniVNA-Messungen) nicht weit auseinander, wenn man das obige EZNEC-Diagramm für 1 - 30 MHz mit Bild unten vergleicht. Es werden die gleichen Resonanzstellen in beiden Diagrammen angezeigt! Auch die höhere Auflösung bei 3,6 MHz (nächstes Bild) ähnelt der Theorie sehr, mit geringfügig höherer Eingangsimpedanz (grüne Kurve) bzw. SWR (rote Kurve). Sogar der Resonanzpunkt befand sich exakt bei 3,6 MHz, also hatte ich den Antennendraht auf Anhieb zufällig korrekt dimensioniert. Die mit dem miniVNA gemessenen abfallenden SWR-Werte mit zunehmender Frequenz, die im EZNEC-Diagramm nicht so zu sehen waren, sind sicherlich auf die Kabelverluste des 30m langen RG58/U zurückzuführen. Mit EZNEC hatte ich ja die Werte direkt am Einspeisepunkt der Antenne berechnet.





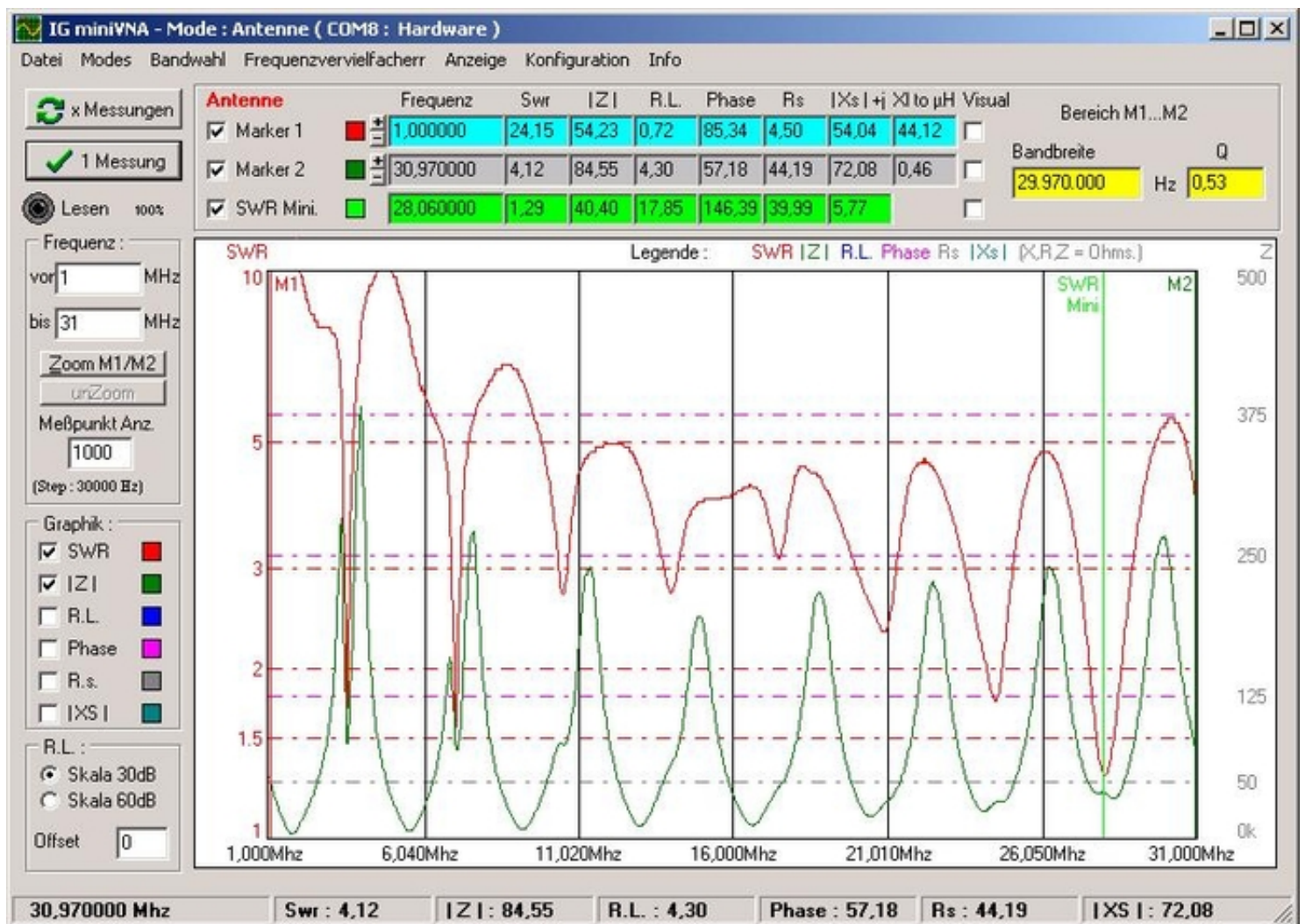
Heinz I und II überließen mir den Antennen-Analysator, und ich konnte in Ruhe weitermachen. Dann kurbelte ich den Mast auf Sollhöhe ca. 16 m hoch, und führte eine neue Messung durch. Wie befürchtet, verschob sich leider der vorher perfekte Resonanzpunkt ein wenig, auf 3,7 MHz, siehe Dieagramme unten. Zu meiner Freude verbesserte sich das SWR aber bei 40m auf akzeptable 1:1,7.



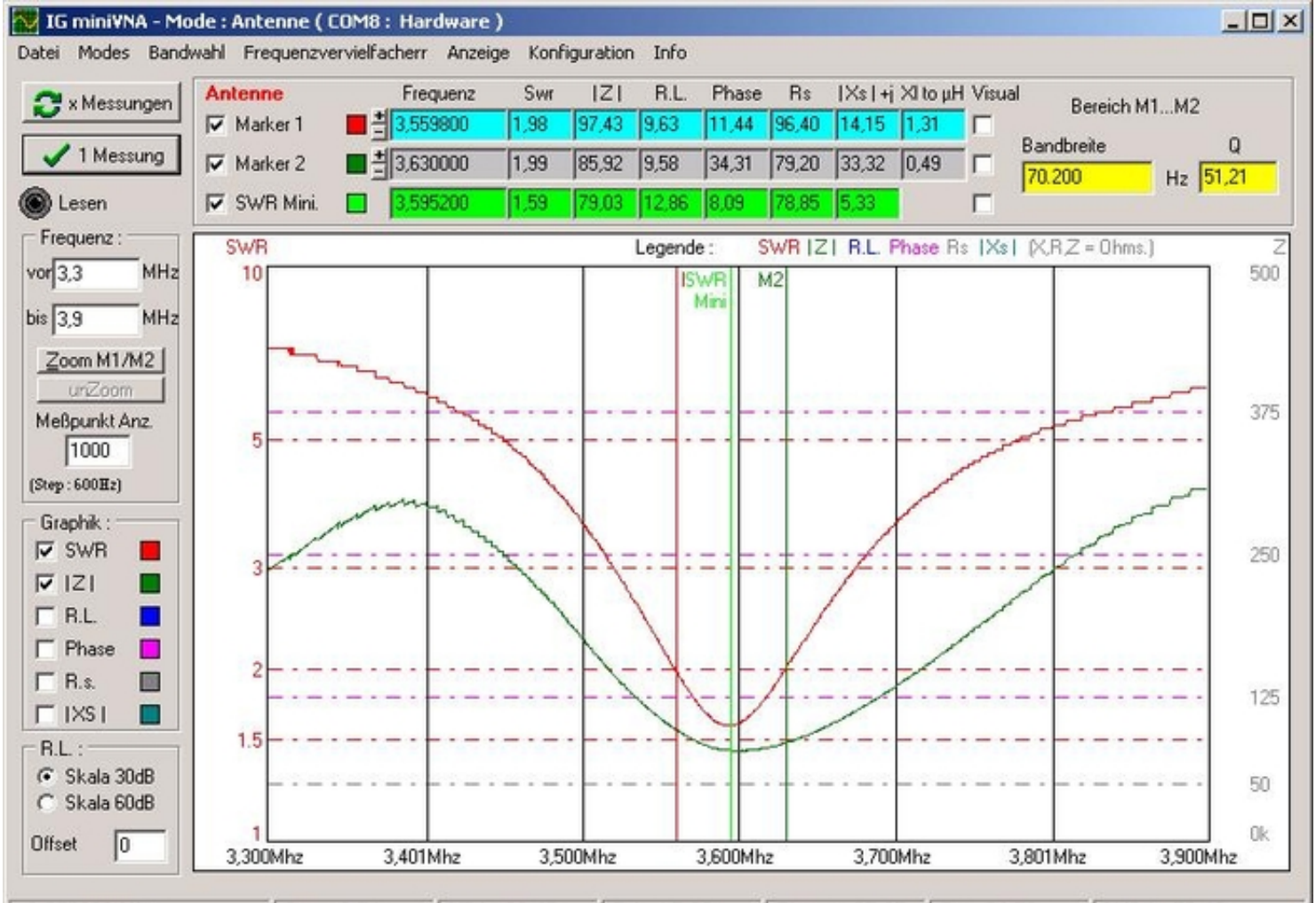
Für 80 m ist die Verschiebung der Resonanz noch ok, aber für die höheren Bänder wanderte die Resonanzfrequenz ausserhalb des Amateurfunk-Bereiche. Bei 40 m war sie dann vom perfekten 7,05 auf 7,28 verschoben. Andererseits verbesserte sich das SWR zu meiner Freude bei 40m auf akzeptable 1:1,7.

Also ließ ich die Antenne von der Fichtenseite her herunter (weniger Fronarbeit als die Kurbellei beim Versa-Tower), und verlängerte den Draht um 2,70. Diese Länge hatte ich nämlich in weiser Voraussicht schon dran, d.h. ich hatte ein Stückchen umgelenkt als evtl. Reserve. Dann wurde die Fichtenseite wieder hochgezogen, und eine neue Messung durchgeführt. Und siehe da, das Ergebnis ist in Bild den beiden folgenden Diagrammen zu bestaunen. Hierbei ist die rote Kurve das SWR, die grüne Kurve die Impedanz. Die genauen Werte für das beste SWR und anderer interessante Werte können in den Zeilen oberhalb des Diagramms abgelesen werden.

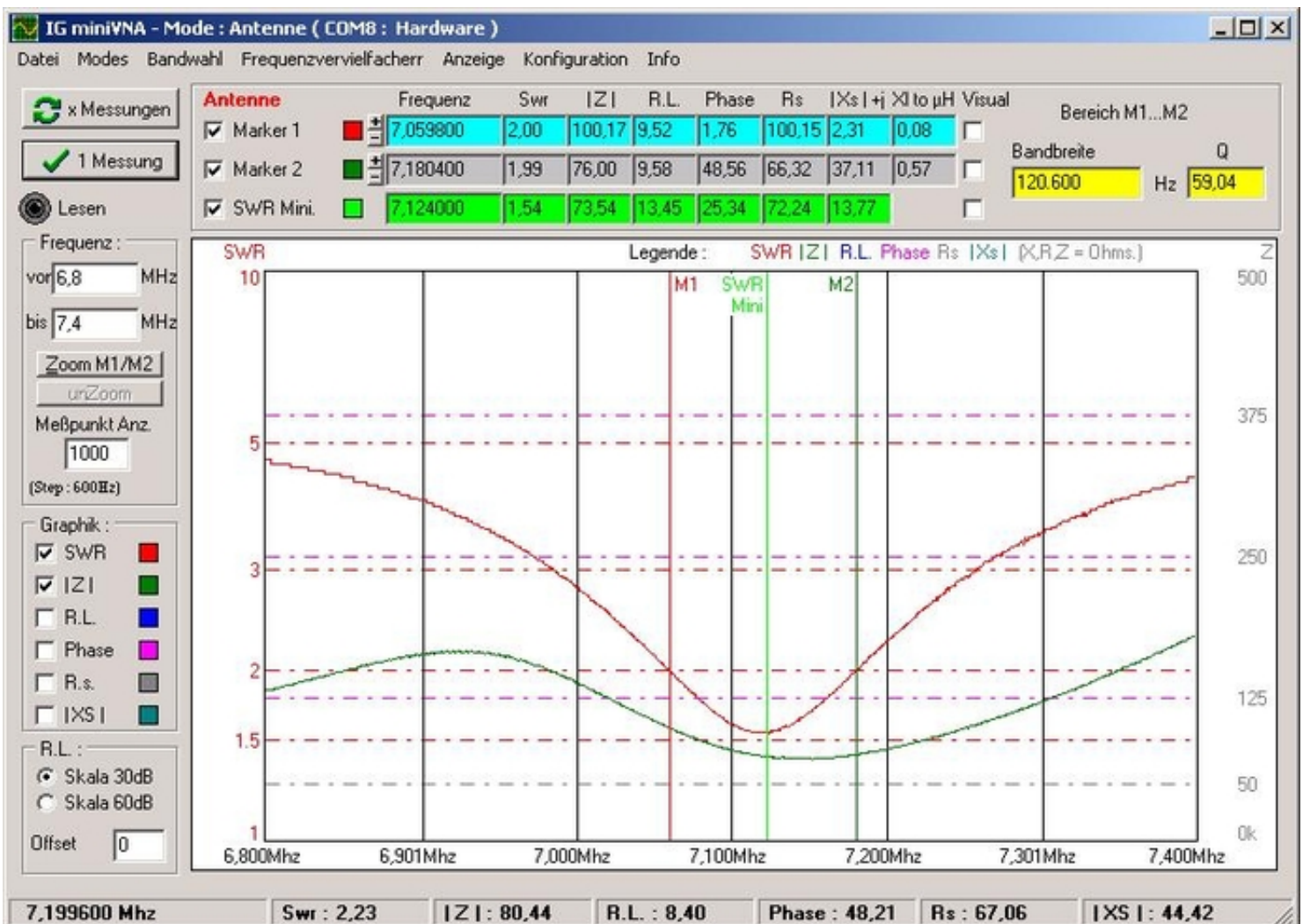
SWR und Impedanzen im Frequenzbereich 1 - 31 MHz



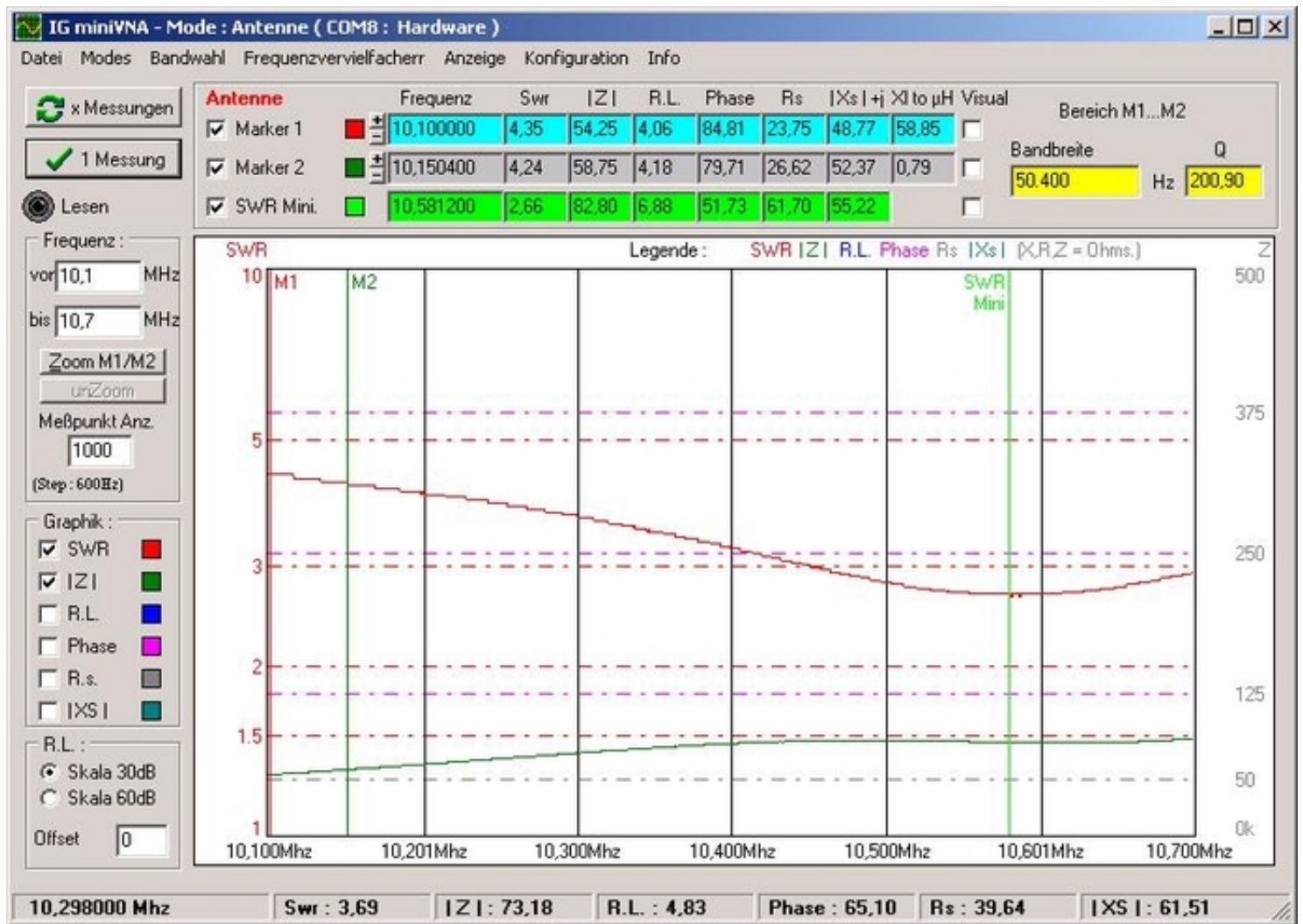
SWR und Impedanzen im 80m-Band



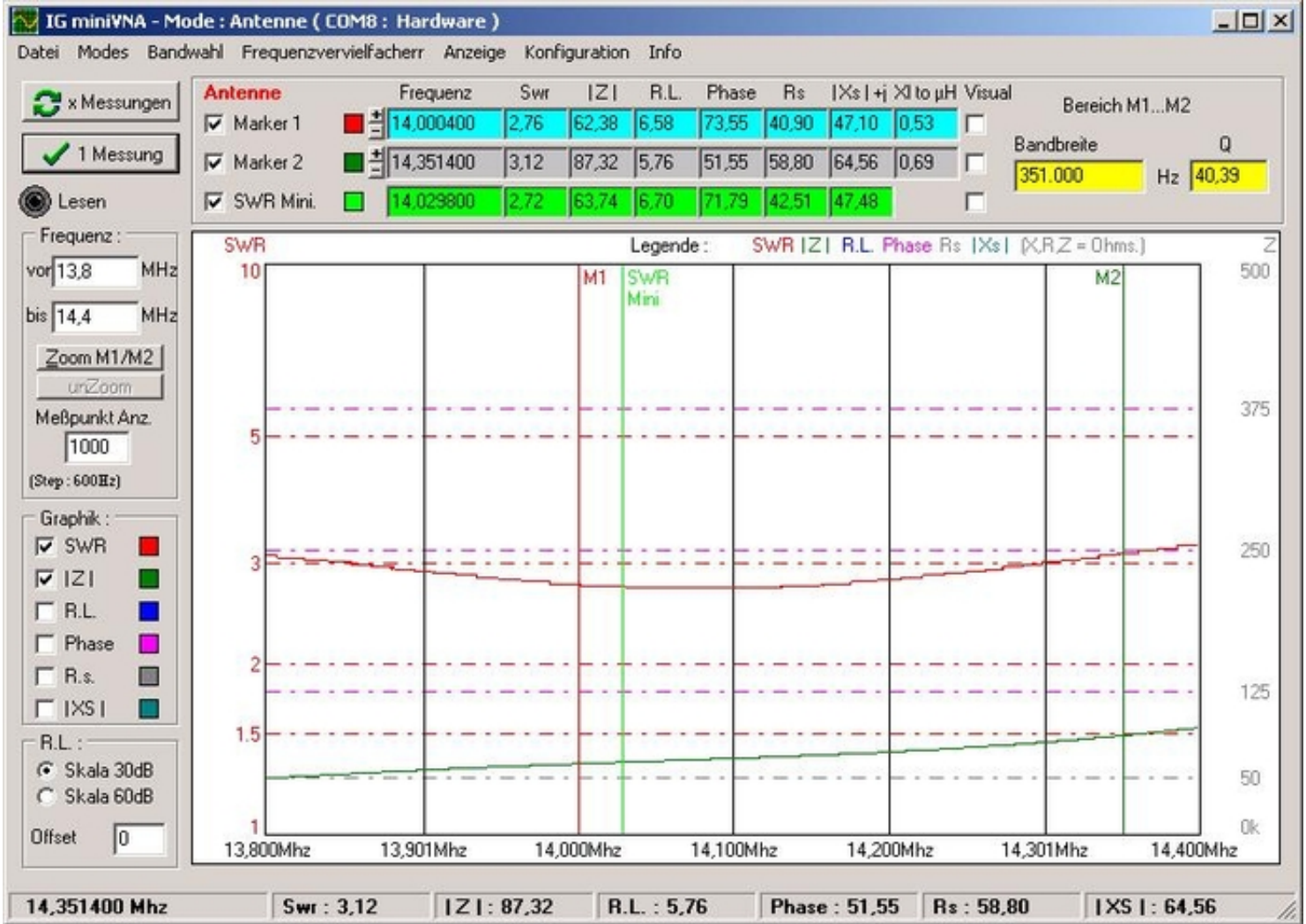
SWR und Impedanzen im 40m-Band



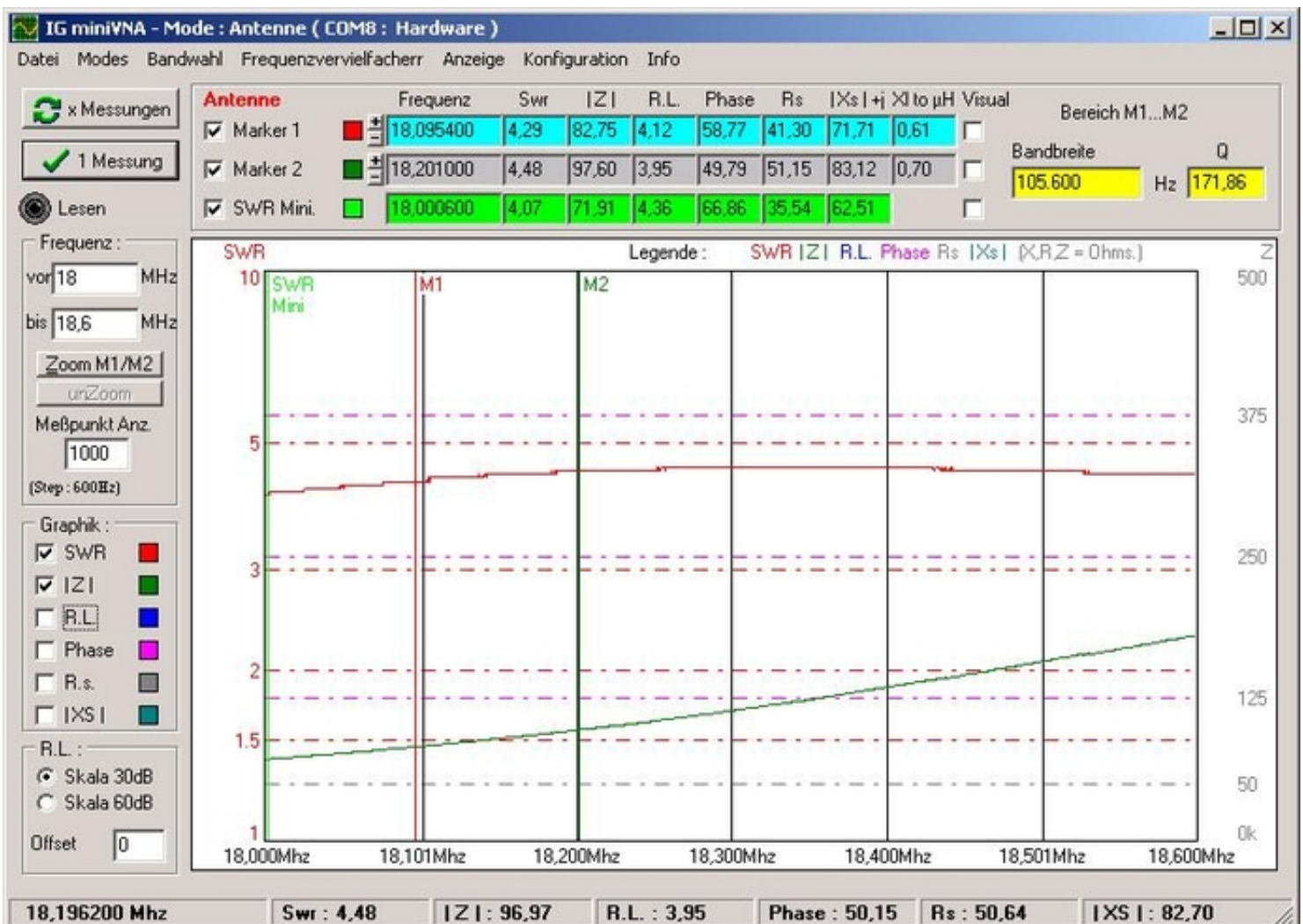
SWR und Impedanzen im 30m-Band



SWR und Impedanzen im 20m-Band



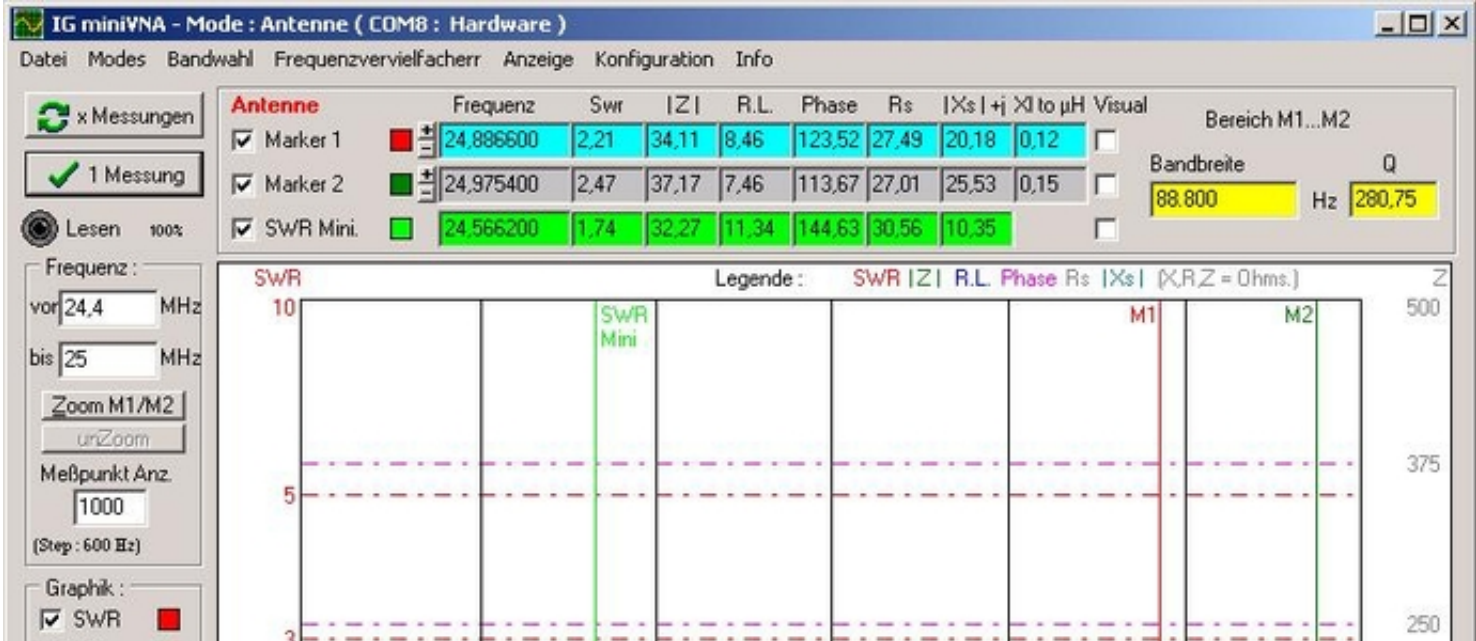
SWR und Impedanzen im 17m-Band



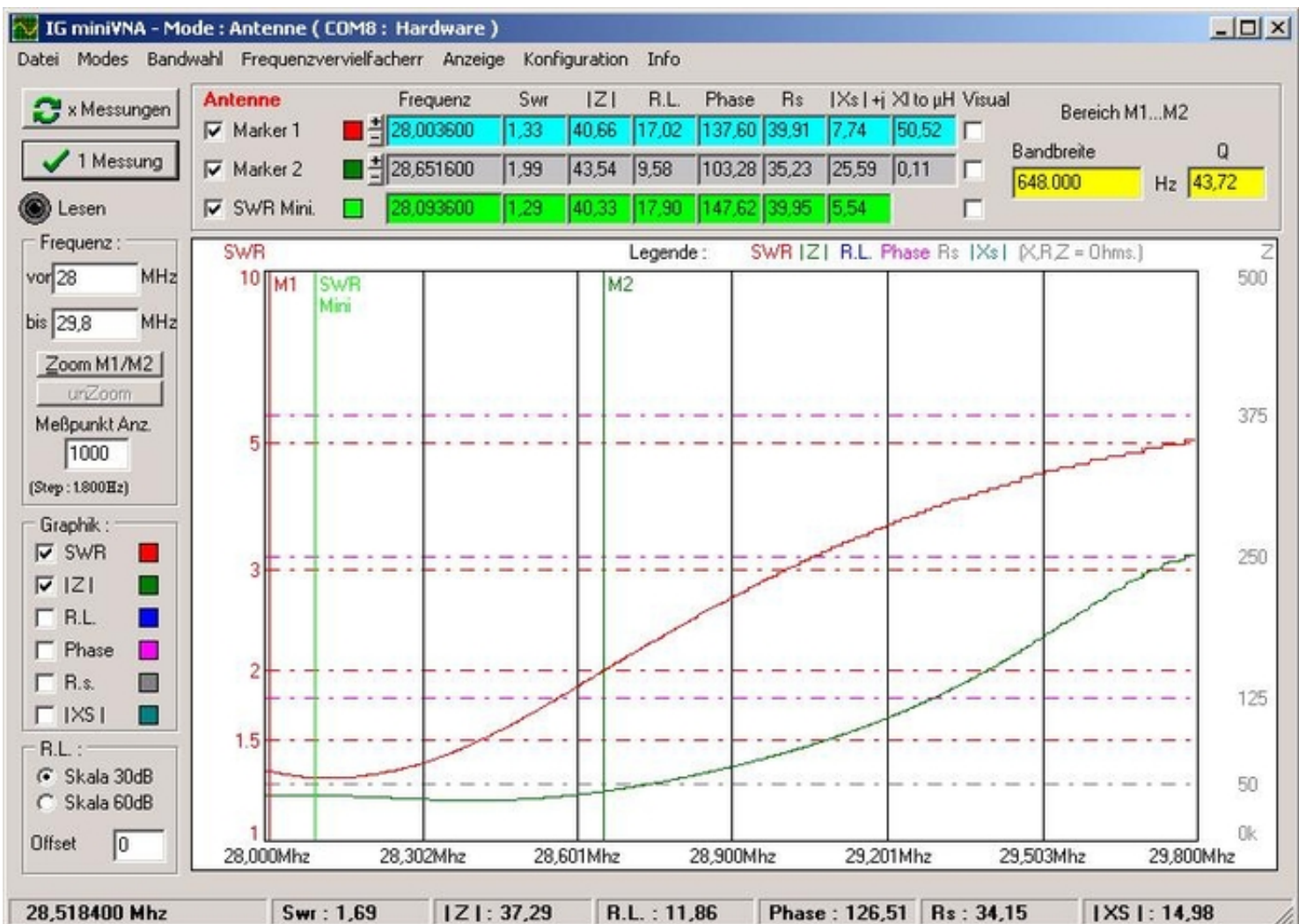
SWR und Impedanzen im 15m-Band



SWR und Impedanzen im 12m-Band



SWR und Impedanzen im 10m-Band



Betrieb der Antenne

Wie aus den o.a. Diagrammen ersichtlich, kann ich Antenne zumindest auf 80, 40 und 10m ohne Impedanzanpassung betreiben. Auf 30m und 20m gelingt mir das auch noch, allerdings fängt hier der Transceiver an, die Leistung von 100 auf 40...80 W herunter zu regeln. Wenn ich mit der Röhren-Endstufe arbeite, kann ich volle Leistung fahren, da diese die SWR-Werte bis 1:3 verkraftet bzw. ausregelt. Natürlich habe ich hier auch einige Kabelverluste mehr, aber beim Signalempfänger sind die auf KW fast vernachlässigbar.

Zugegebenermaßen hört sich das recht gut an. Die Aussagen stimmen auch, wenn man innerhalb der Bandgrenzen bleibt, die durch die Schmalbandigkeit der Delta-Loop leider vorgegeben sind. Aber ich möchte auch die volle Bandbreite des jeweiligen Bandes nutzen können. Also habe ich doch noch meine selbstgebastelte kleine Matchbox mit den 2 Drehkos und der Rollspule aus dem Keller geholt. Mit der einfachen Matchbox kann ich jetzt jede Frequenz innerhalb der Bänder 80 - 10 m anpassen. Da die Impedanzwerte ja nicht so astronomisch hoch sind, macht die kleine Matchbox das alles mit, ohne dass die Funken zwischen den Kondensatorplatten sprühen. So kann ich die Schmalbandigkeit kompensieren, ohne mir große Verluste einzuhandeln. Auf jeden Fall brauche ich für diese Multiband-Antenne keine Hühnerleiter, und bin auf allen Bändern ausg. 160 m QRV. Natürlich werde ich für die Bänder 20,15 und 10 weiterhin den Beam benutzen.

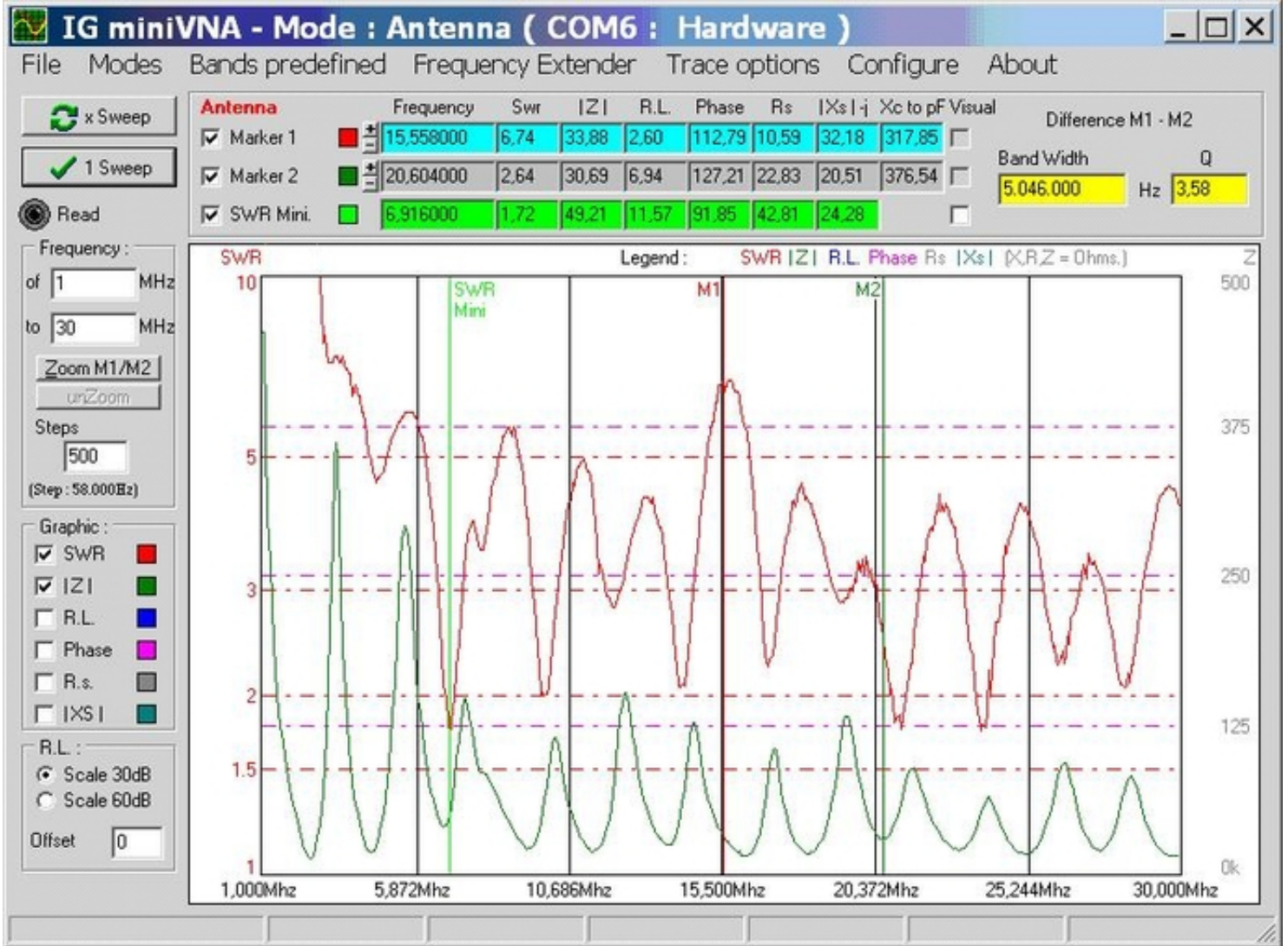
Von meinen ersten Hör- und QSO-Versuchen war ich begeistert. Auf 80 m empfing ich plötzlich einige Stationen mit S9 +60 dB. Sämtliche gearbeiteten Stationen gaben mir auch durchschnittlich einen Report von S9 bzw. +20 dB, und das barfuß mit 100W. Auch auf 40m waren die Resultate gut. Hier waren die Signalstärken nicht so hoch, aber einige Stationen mit S9 +40 dB konnte ich auch aufnehmen. Allerdings muss gesagt werden, dass abends das S-Meter kaum unter S7 ging, da QRM und Störungen doch erheblich waren. Auf 40m hörte ich Australien mit S7. Sendemäßig erhielt ich auch recht vernünftige Signalreporte. Japan konnte ich auf 40m mit S9 beidseitig arbeiten, allerdings wegen des Pile-Ups konnte ich mich erst mit Endstufe 500 W durchsetzen. Beim Austausch der Stations-Infos erfuhr ich, dass eigentlich recht viele OMs eine Delta-Loop nutzen. Der Loop Skywire scheint somit doch kein so selten genutzter Geheimtipp mehr zu sein, wie meine Ausgabe des Handbooks von 1995 behauptete.

Auf 20m führte ich ein paar Vergleichs-QSOs zwischen Loop und 3-Element-3Band-Beam durch, wobei ich letzteren in die jeweilige Vorzugsrichtung stellte. Hier war die Delta-Loop bei europäischen Stationen ca. 2 S-Stufen, bei DX (Indien, Australien) ca. 4 S-Stufen schlechter. 10 und 15m probierte ich nicht, da die Bänder tot waren.

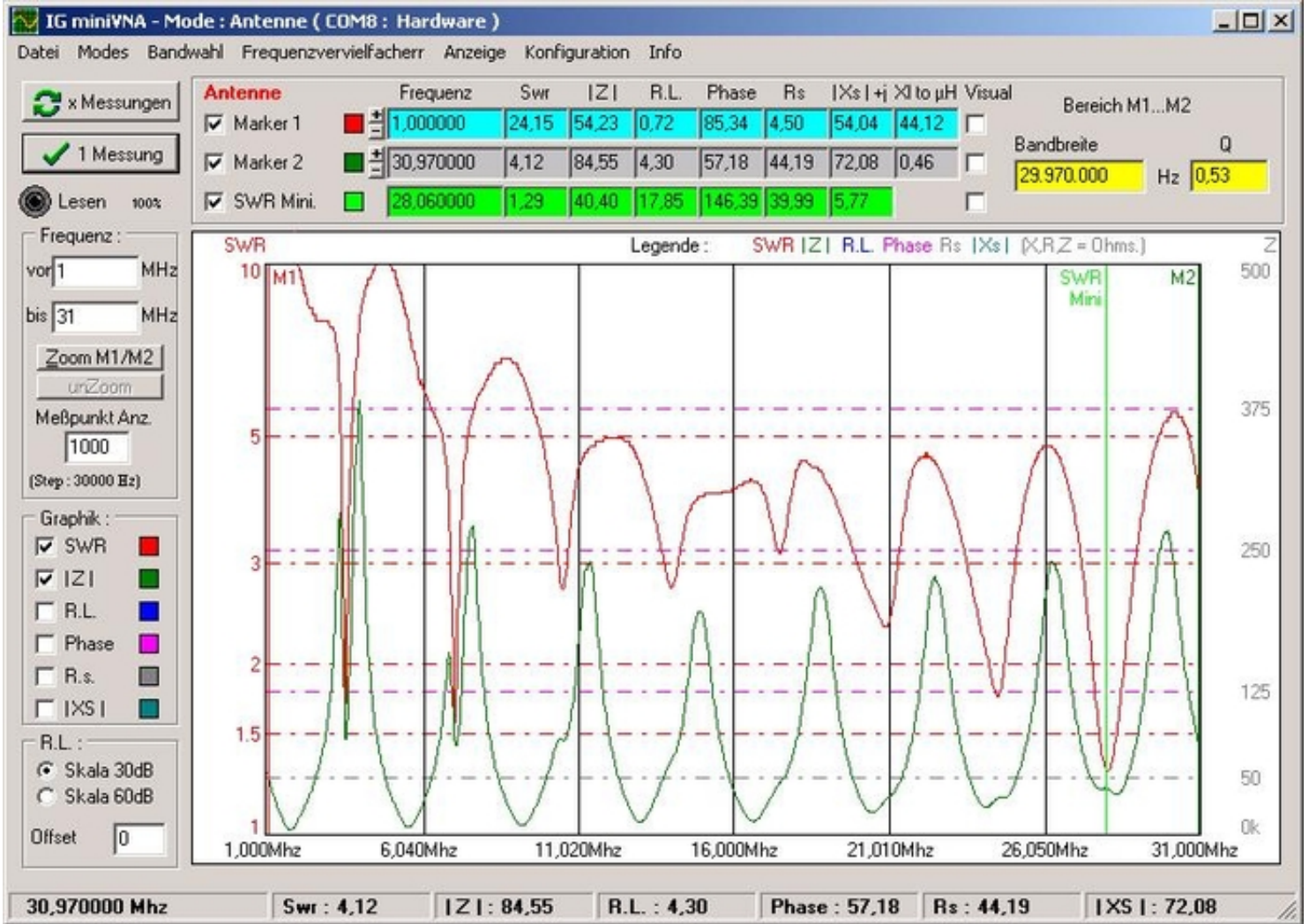
Koaxialkabel oder Hühnerleiter?

Ursprünglich hatte ich vor, meine Delta-Loop zu Hause auch mit Hühnerleiter und Matchbox zu betreiben, da diese ja so in unserem OV-Heim gut funktionierte. Im Handbook wurde aber die Verwendung eines Koaxialkabels vorgeschlagen, da die Antenne ja in Eigenresonanz arbeitet und somit ca. 50 Ohm Impedanz hat. Wie gesagt, aus mehreren Gründen hatte ich bei mir das Koaxialkabel bevorzugt, und wollte aber wissen, was denn nun der Unterschied der beiden Antennen im praktischen Betrieb ist. Ich habe mir also einen Balun 1:6 gemäß Rothammel gebastelt, und habe dann beim nächsten OV-Abend den Antennen-Analysator über den Balun an die Hühnerleiter bzw. OV-Deltaloop angeschlossen. Hier das Ergebnis:

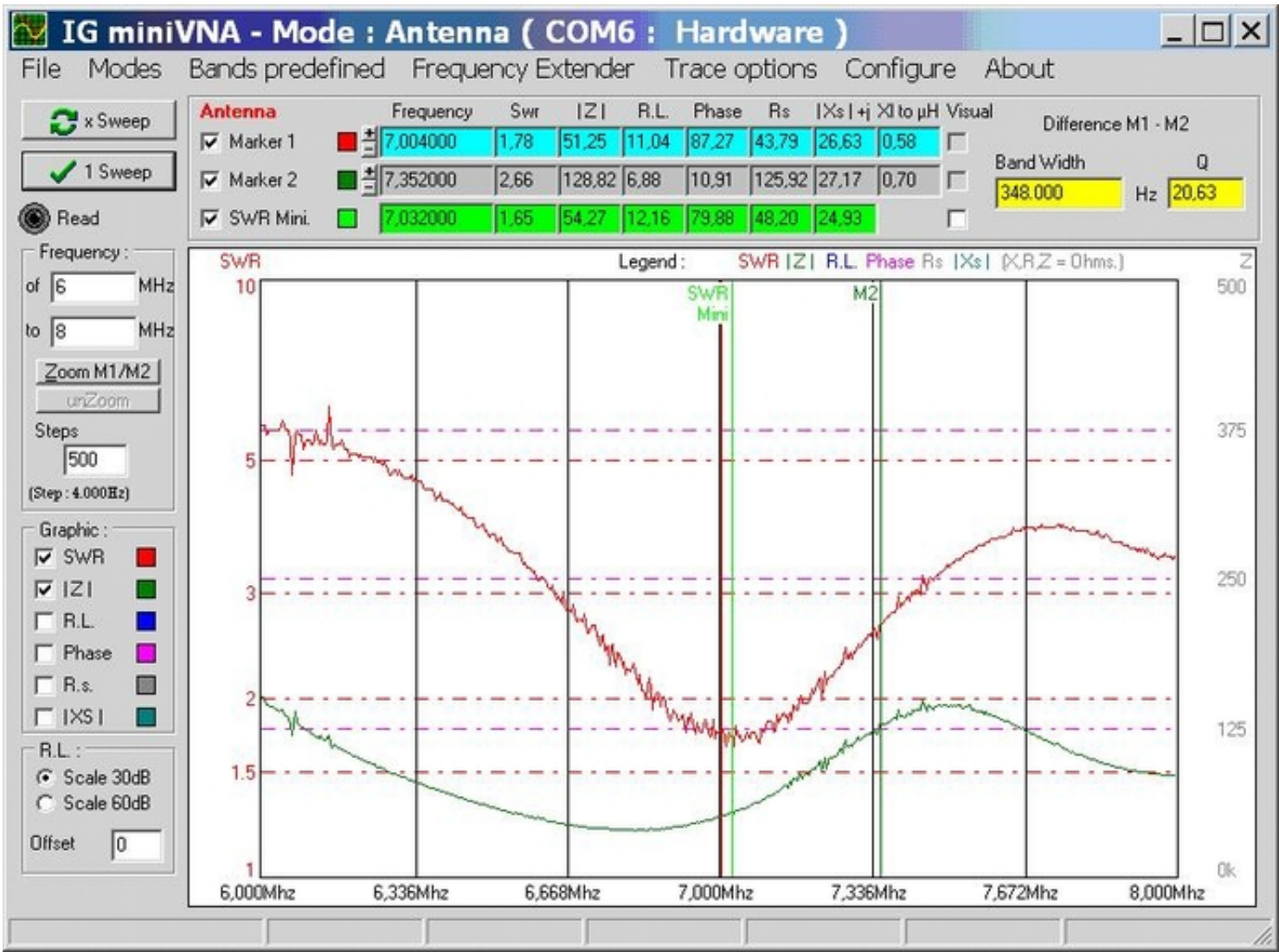
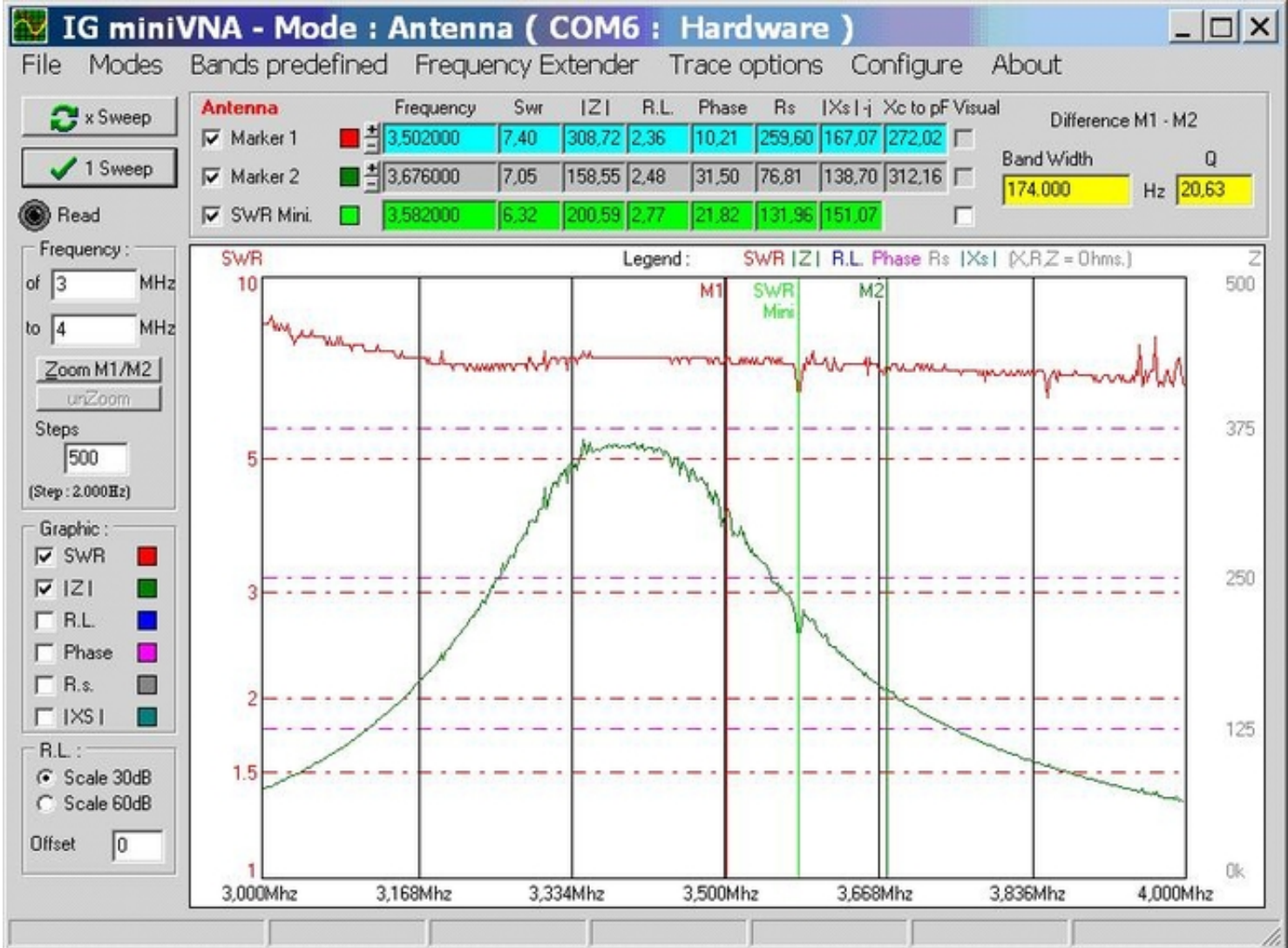
Delta-Loop OV-Heim:



Zum Vergleich noch mal die Resonanzkurven meine **Delta-Loop** zu Hause:

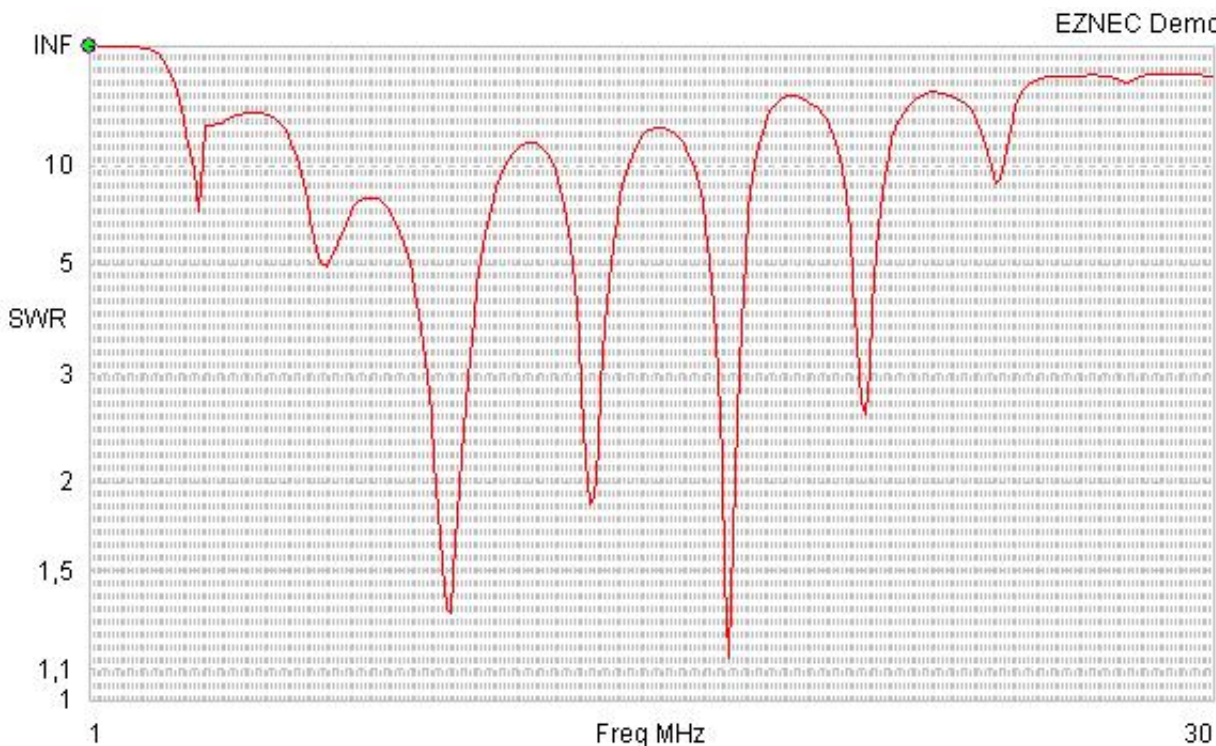


Ganz grob ähneln die Resonanzen der Delto-Loop des OV-Heims meiner Loop zu Hause, der SWR-Wert für das 80m-Band ist aber sehr schlecht. Ebenso sind noch weitere Resonanzstellen, die also nicht dem Vielfachen der Grundfrequenz 3,5 MHz entsprechen, zu beobachten. Im Folgenden sind noch mal die SWR- und Impedanzkurven für 80m und 40 der OV-Loop in höherer Auflösung dargestellt.



Auf jeden Fall hatte ich bei meiner Delta-Loop bei weitem bessere SWR-Werte zu Hause gemessen. Wie kommt der schlechte SWR-Wert bei 80 m, für die die Antenne im OV-Heim eigentlich primär gebaut wurde, zustande?

Anfangs, bei der Überlegung mit oder ohne Impedanzanpassung (Balun, s.o.), hatte ich schon die Unterschiede der Kurven bei einer Impedanz mit 50 Ohm und 200 Ohm festgestellt. Die Hühnerleiter im OV-Heim hat vermutlich eine Impedanz von ca. 600 Ohm (1,5mm Drahtdurchmesser, Drahtabstand 100mm). Mit diesen Überlegungen habe ich EZNEC mal die Kurven bei 600 Ohm berechnen lassen, siehe unten.



Freq 1 MHz Source # 1
SWR > 100 Z0 600 ohms
Z 1204 at 90,0 deg.
= 0,06818 + j 1204 ohms
1 at 52,99 deg.
= 0,6019 + j 0,7985
0,0 dB

Somit hatte ich bei der Hühnerleiter im OV-Heim mit dem Analyzer doch keine Hausnummer gemessen. EZNEC bestätigt mir, dass die unteren Resonanzfrequenzen bzw. Bänder mit zunehmender Impedanz ein schlechteres SWR aufweisen. Mit der dicken Matchbox und der Hühnerleiter lässt sich das natürlich wieder ausgleichen, zumindest was die Anpassung an den Transceiver-Ausgang angeht, und die Kabelverluste bei Fehlanpassungen sind ja bei Hühnerleitern gering. Abbei bei Verwendung eines Koaxialkabels hatte ich zu Hause gleich die guten Werte ohne Matchbox gehabt.

Fazit

Die Loop-Antenne ist eine sehr einfach aufzubauende Multi-Band-Antenne, die ohne Traps auskommt und ggf. auch ohne Matchbox betrieben werden kann. Eine Impedanzanpassung ist im Prinzip nicht notwendig. Aufgrund der Schmalbandigkeit ist jedoch eine einfache Matchbox hilfreich, um die ganze Breite des jeweiligen Bandes auch mit Transistor-Endstufen nutzen zu können. Alle OMs, die ein mindestens 400 m² großes Grundstück nutzen können, sind somit in der Lage, sich eine (full-size) Loop-Antenne für 80m (und alle anderen KW-Bänder) aufzubauen. Je nach Grundstücksform kann der Draht als Quadrat oder Dreieck aufgebaut werden. Die Antenne kann mit normalen Koaxialkabel gespeist werden, eine manchmal schwer zu verlegende Hühnerleiter und die dann notwendige Matchbox mit symetrischem Ausgang sind also nicht notwendig. Eine dicke Matchbox und Hühnerleiter machen evtl. dann Sinn, wenn ich eine Antenne weit außerhalb der Resonanzfrequenzen bzw. der Impedanzwerte außerhalb 50 Ohm betreiben will. In diesem Falle wären die Verluste auf einem Koaxialkabel sicherlich hoch, bei der Hühnerleiter sind sie dann vernachlässigbar. Meine Delta-Loop ist auf den beiden bevorzugten Bändern 80 und 40 m resonant mit brauchbaren Impedanzwerten.

Die ganze Aufbau-Aktion hat mir natürlich viel Spaß bereitet, da nicht nur das praktische Ergebnis erfreulich, sondern der Weg dorthin äußerst interessant war. So habe ich zum ersten Mal mit einem Antennen-Berechnungsprogramm und einem Netzwerk-Analysator gearbeitet, das Ganze ist viel einfacher als ich befürchtet hatte. Hiermit sei auch den beiden OMs DD9KA (Heinz, ihm gehört der Netzwerkanalysator miniVMA) und DL9NDG (noch'n Heinz, Unterstützung bei der Messung) gedankt.

Karl, DK5EC

E-Mail senden <URL: javascript:linkTo_UnCryptMailto('ocknvq,fm7geBfcte0fg');>

Packet-Radio: *DK5EC@DB0MKA*