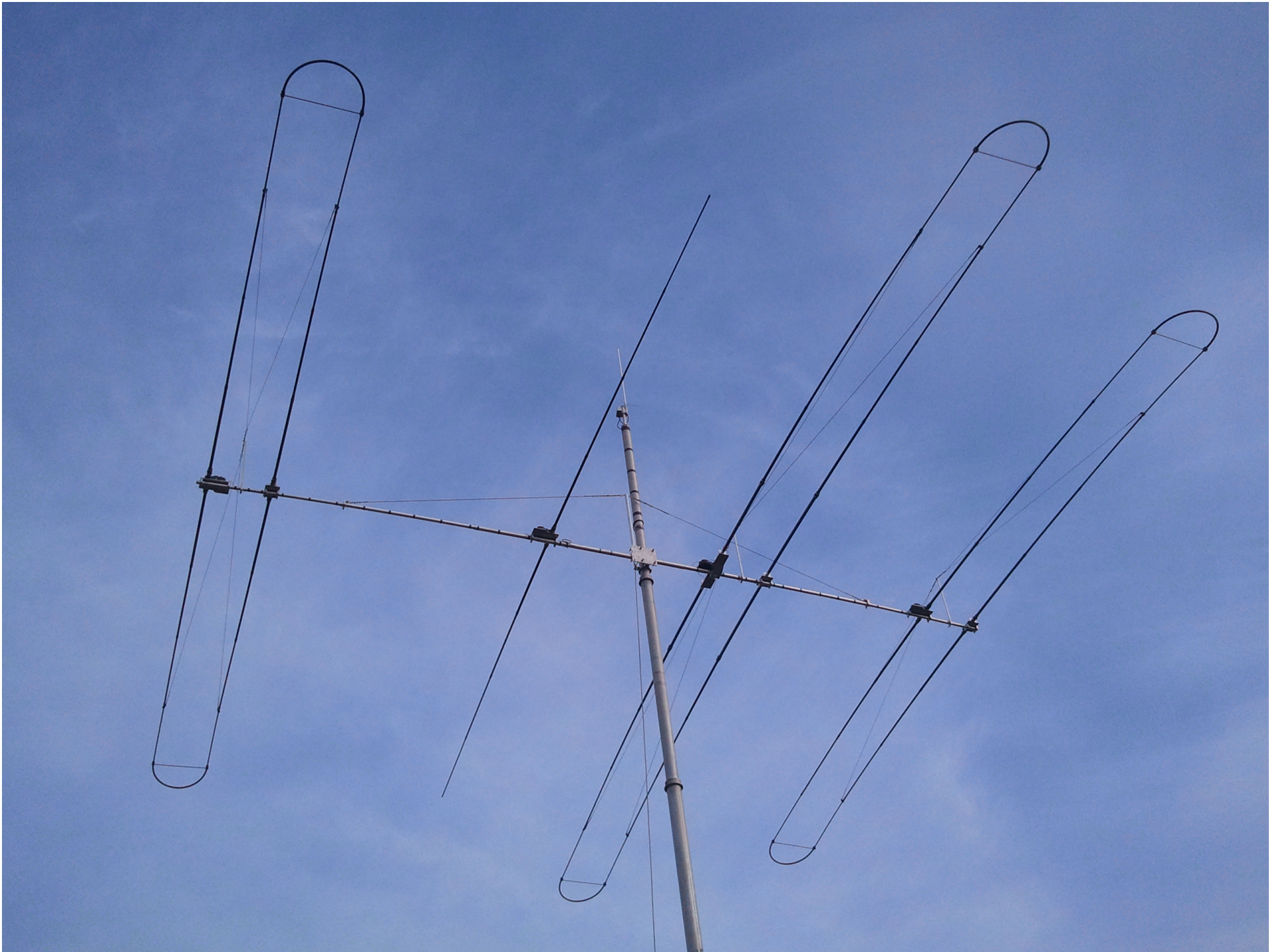


Die SteppIR DB36 Yagi Antenne: Aufbau, Funktion, Simulation und erste Erfahrungen

Chris, OE1VMC

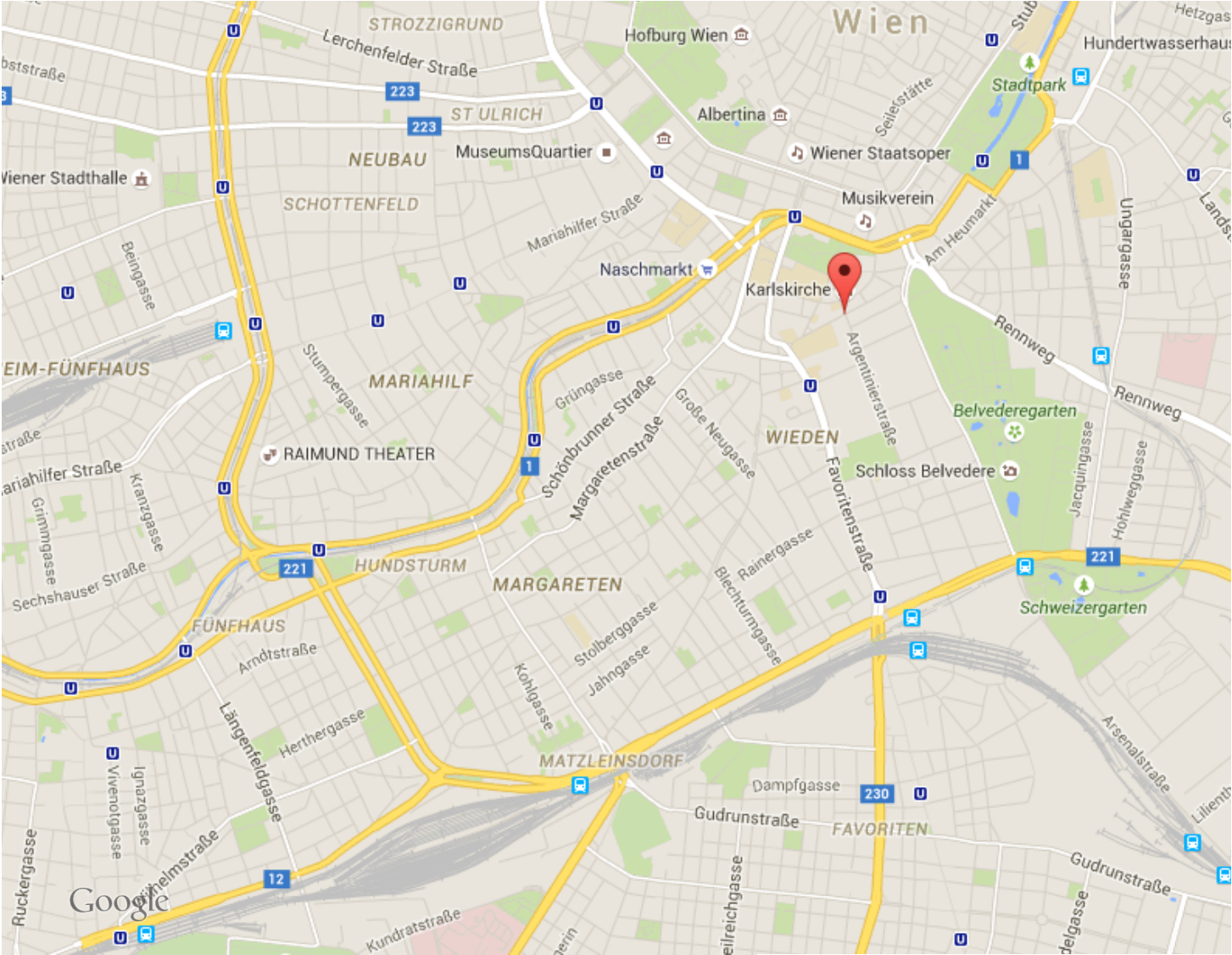
Icebird Talk

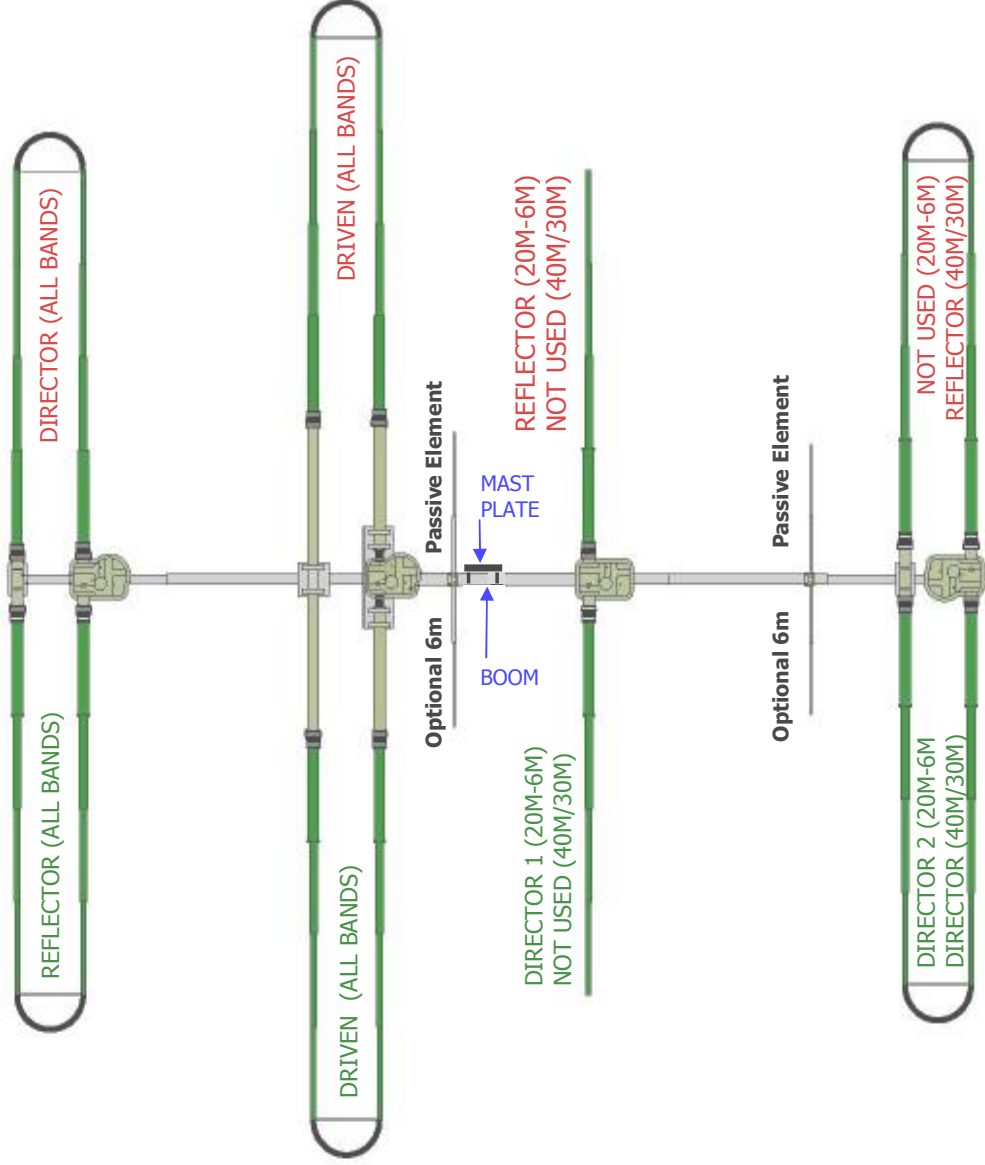
11. Juni 2015



Radio-Amateur-Klub der Technischen Universität Wien

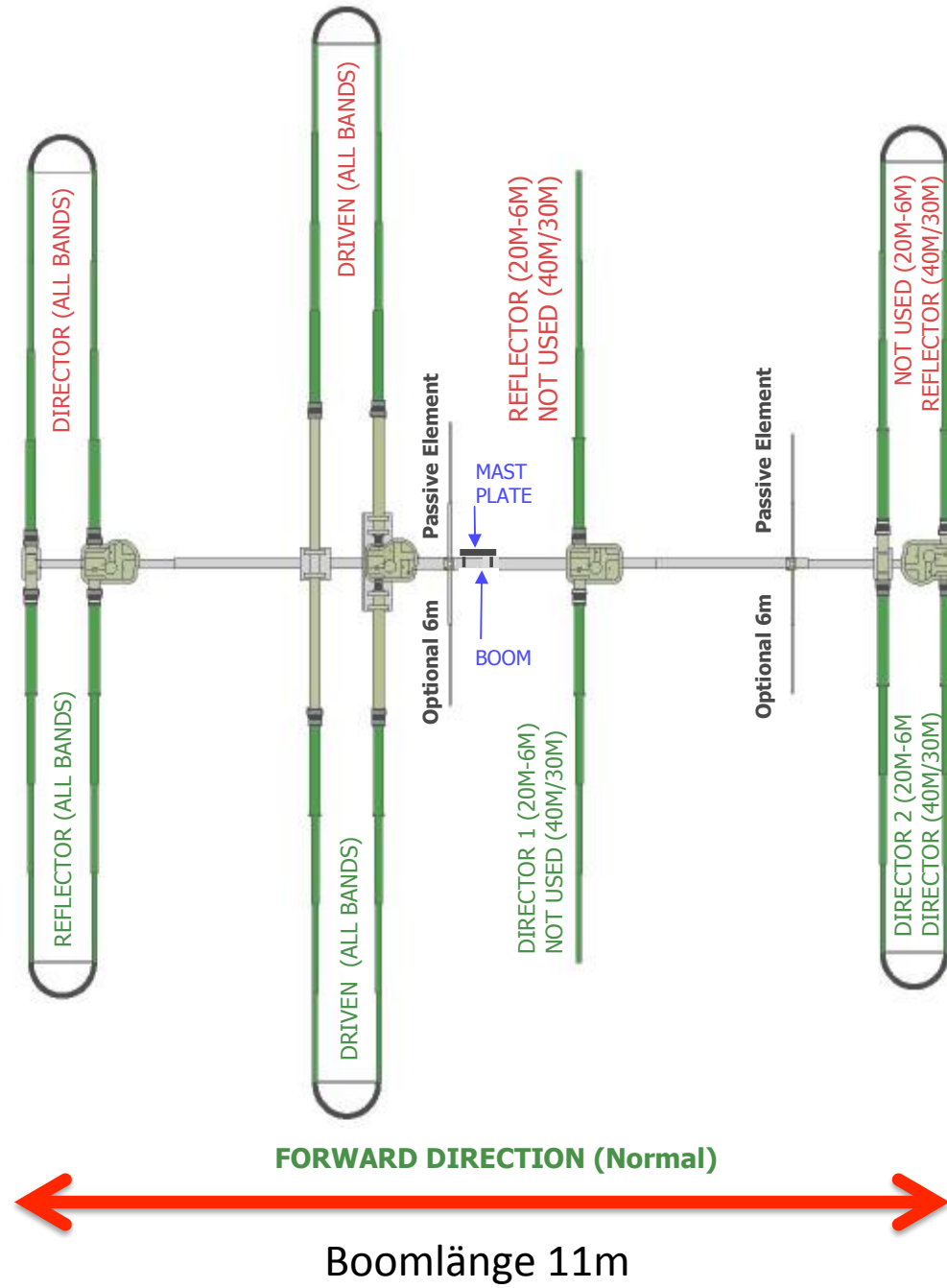
OE1XTU (Gusshausstraße 25)

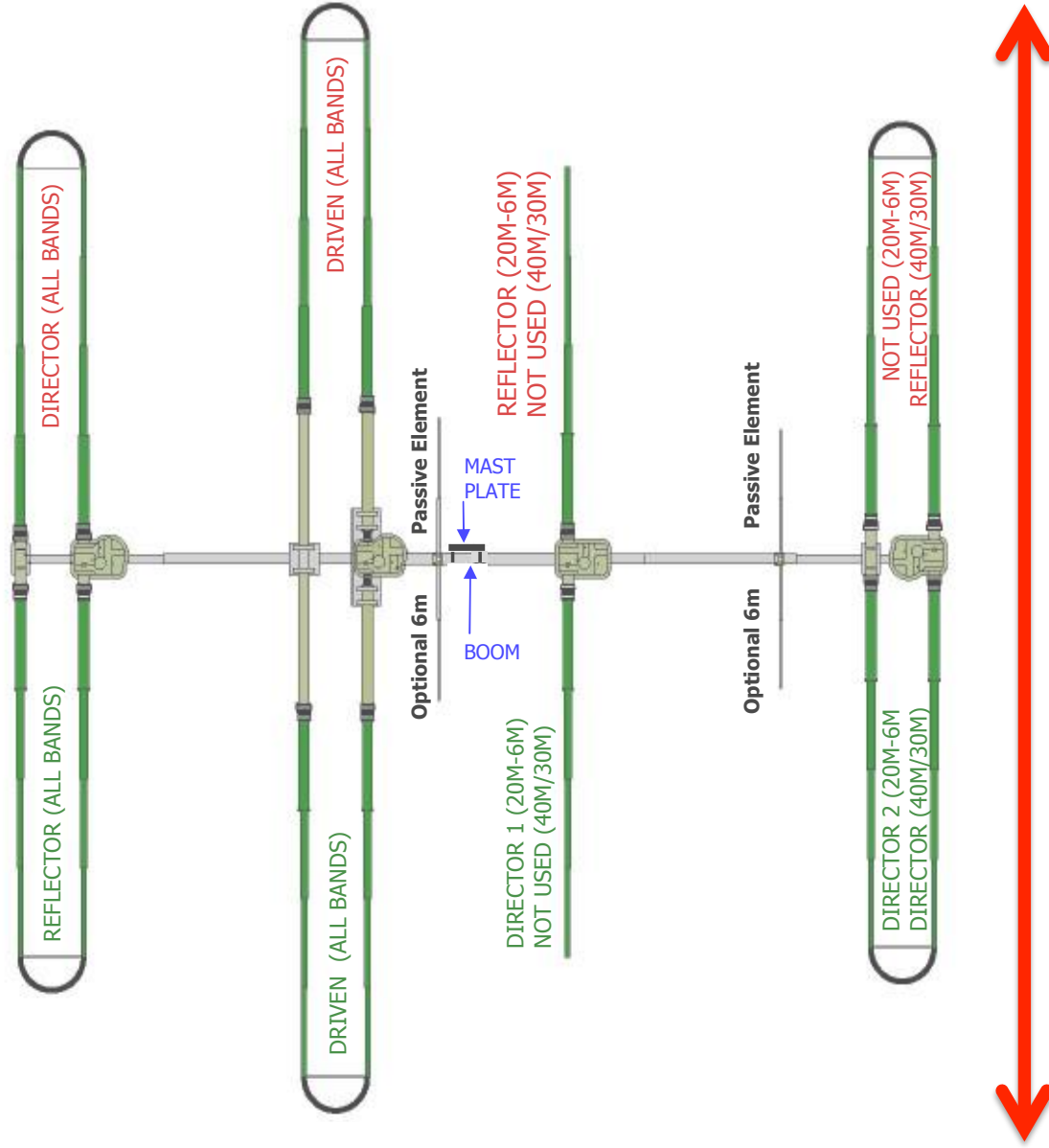


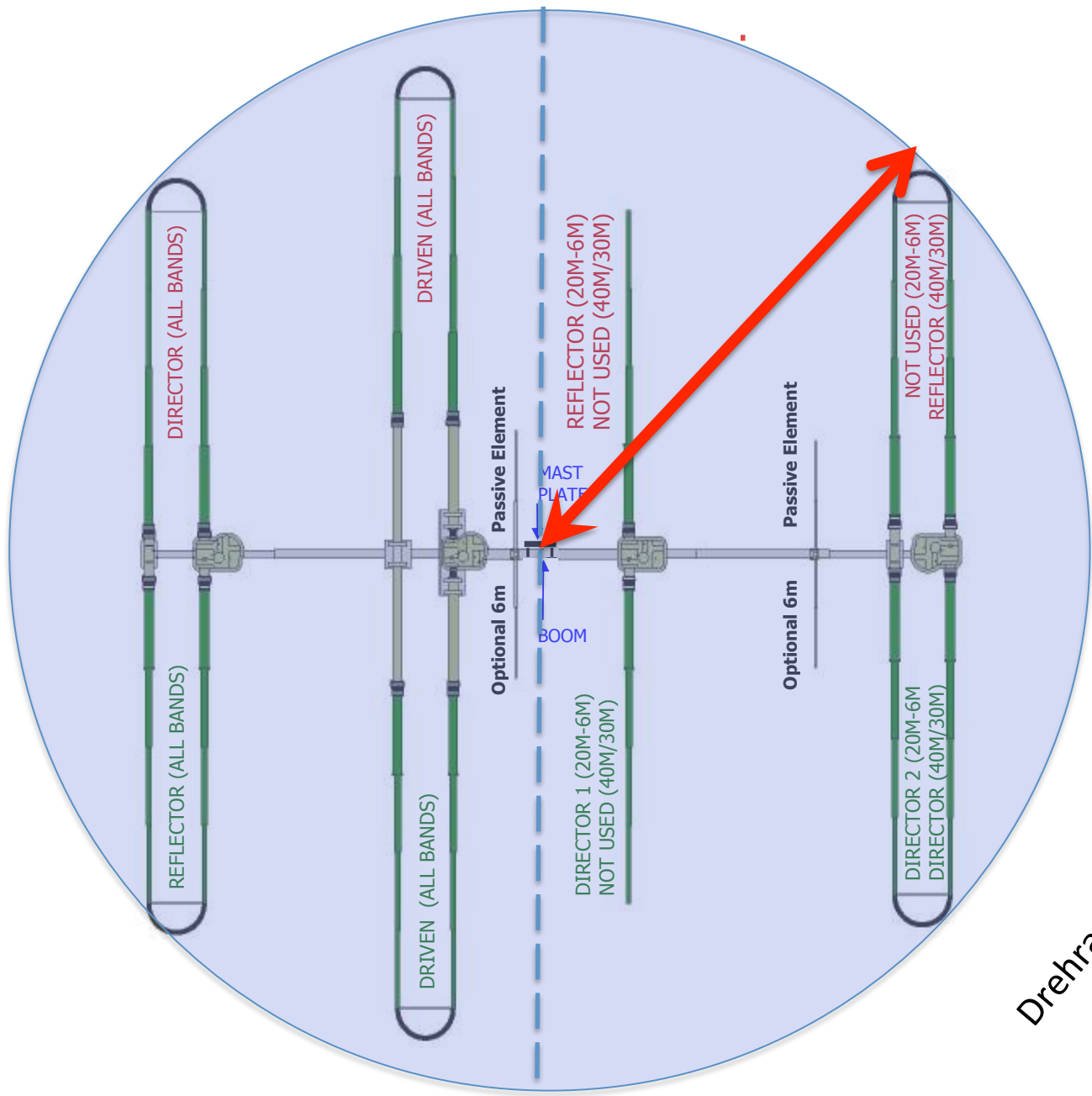


Mechanische Eckdaten

- **Boomlänge** 11 m
- **Längstes Element** 15 m
- **Drehradius** 8 m
- **Masse** 80 kg







Drehradius 8m



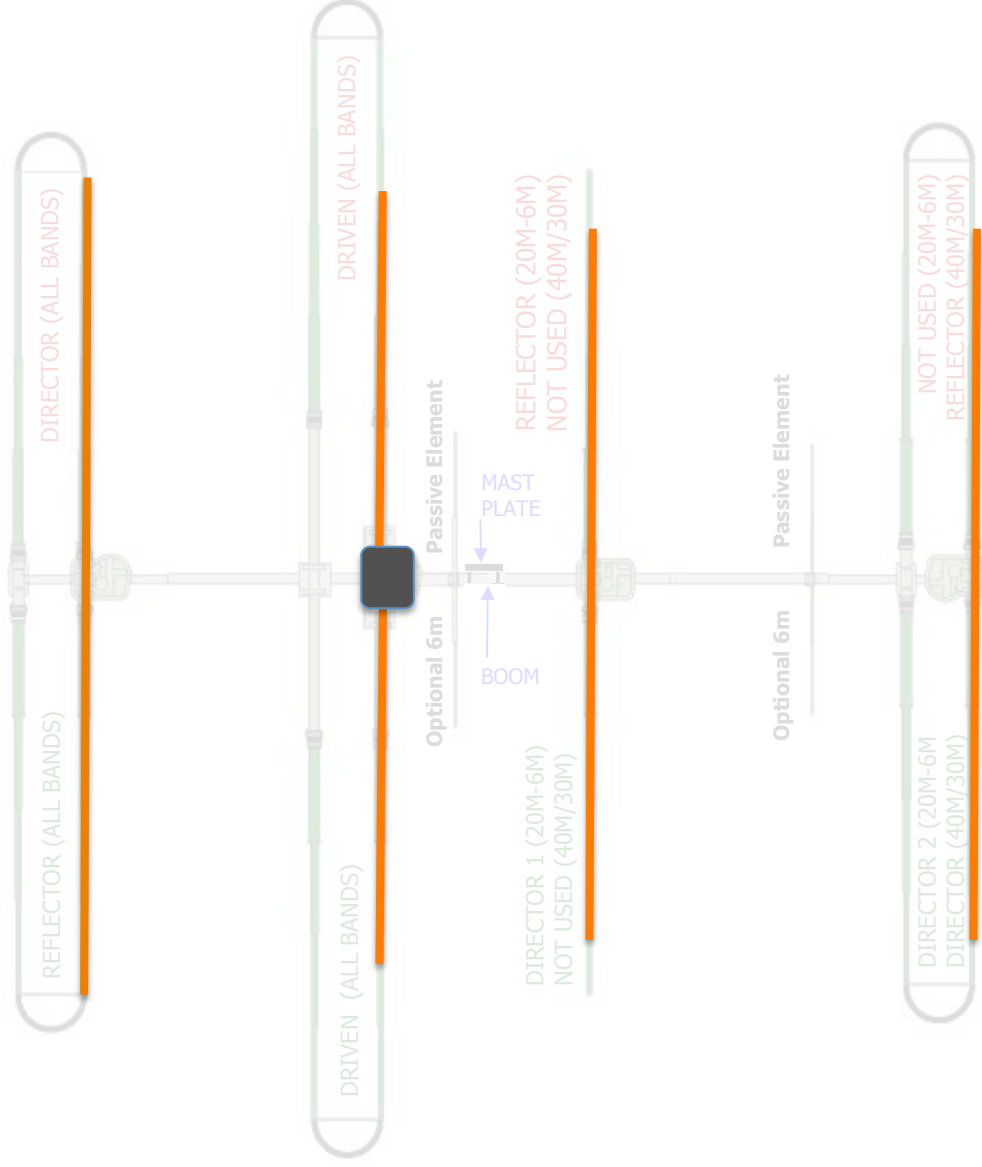
Masse ca. 80 kg

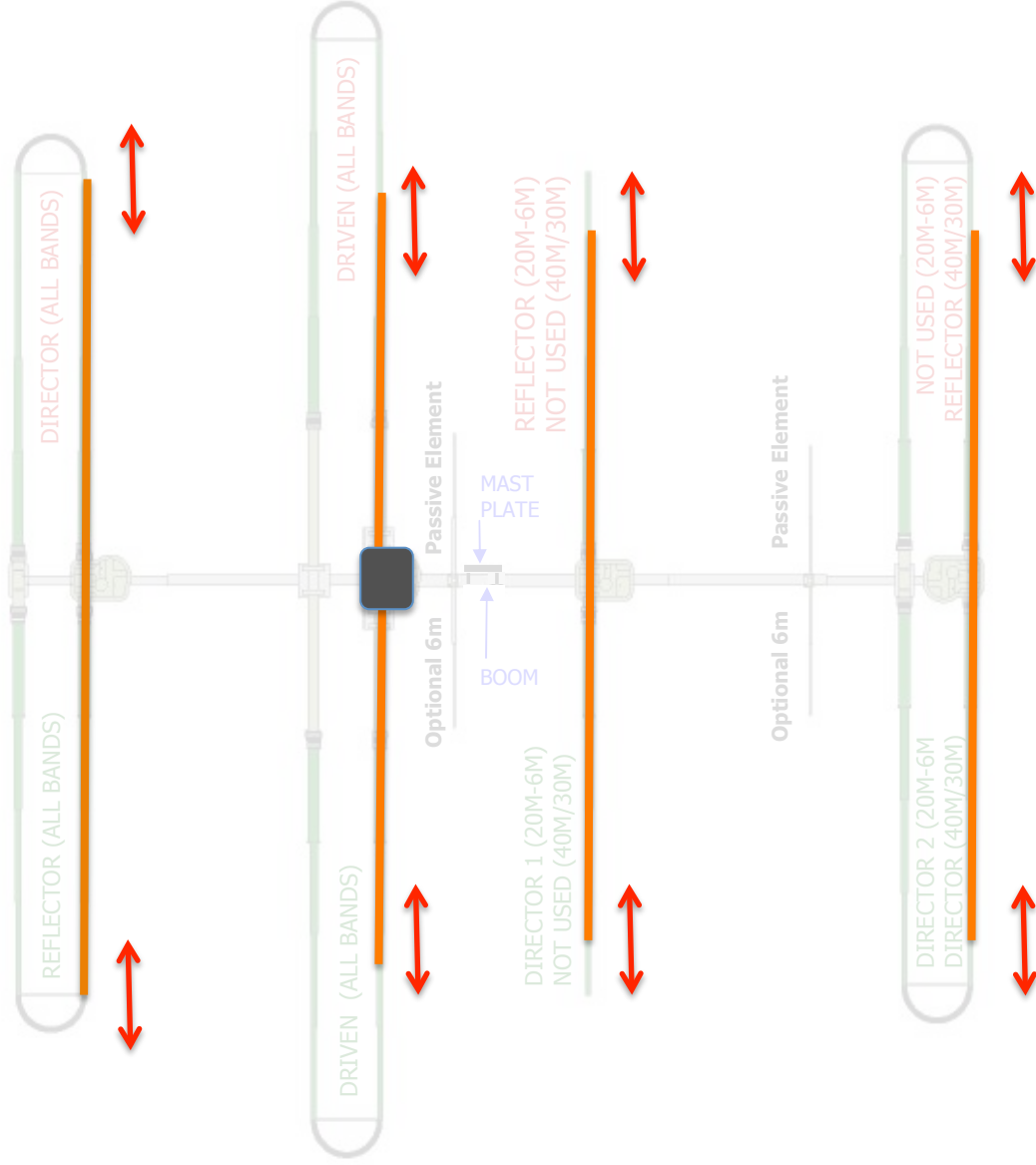
K1XV nach Eisregen: Die DB36 ist mechanisch eher unterdimensioniert

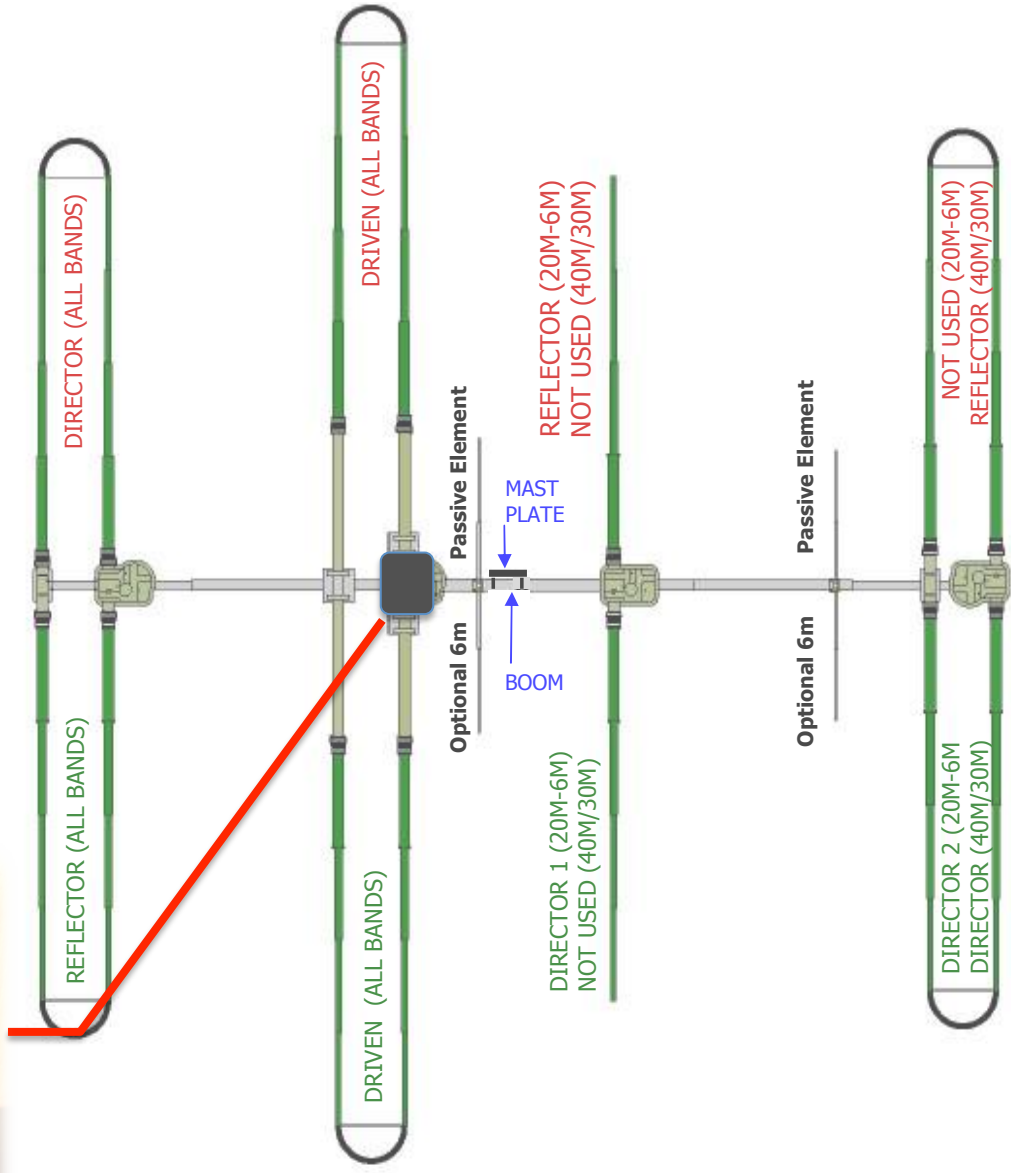
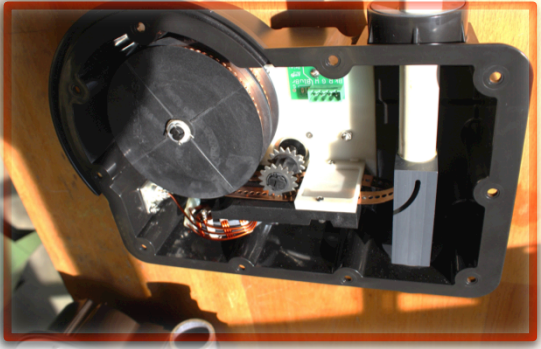


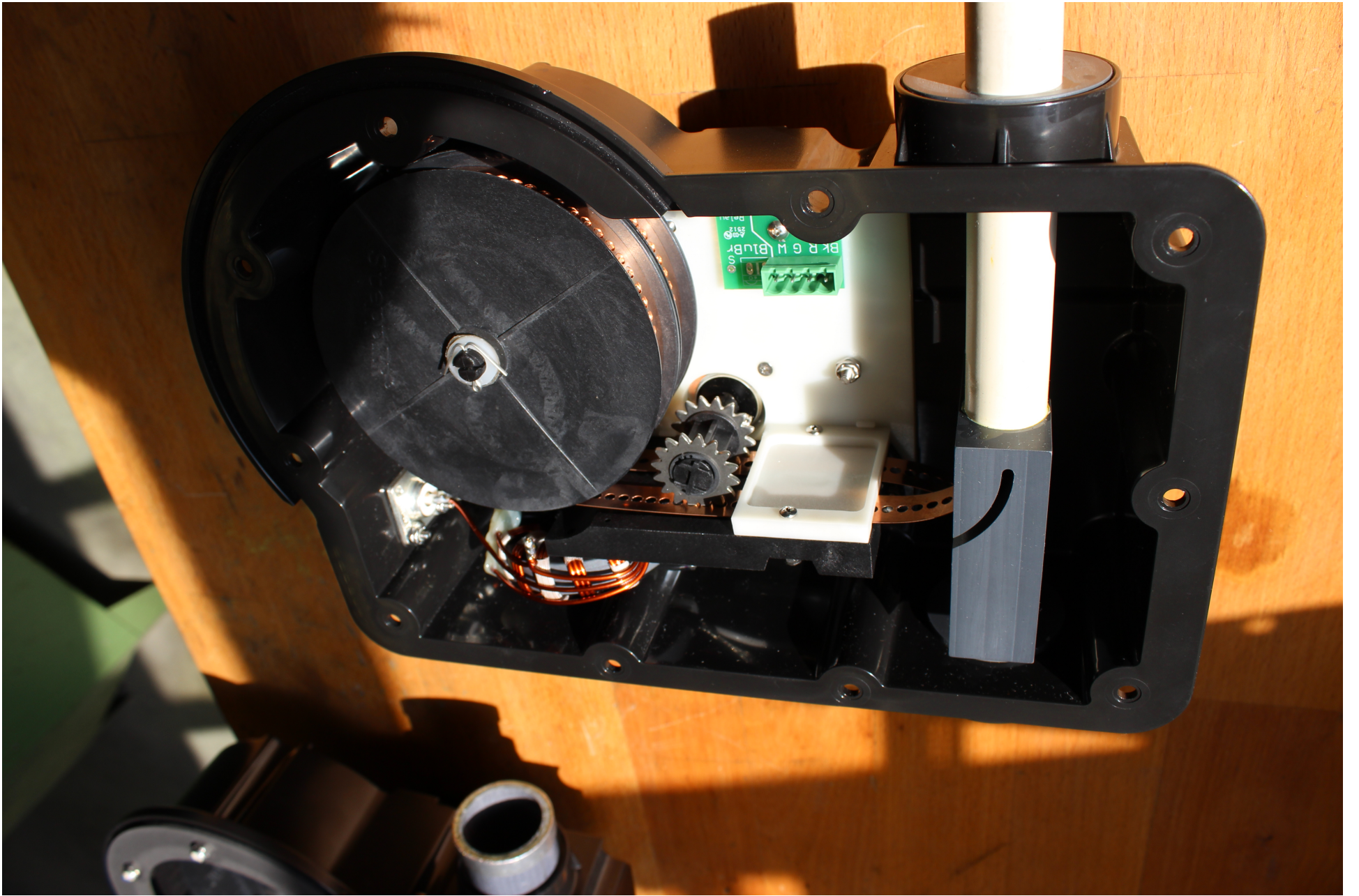
<http://www.hudsonvalleytowers.com/files/76dcd7f13ec97fdef0a4c4d7c03ccb3d-77.html>

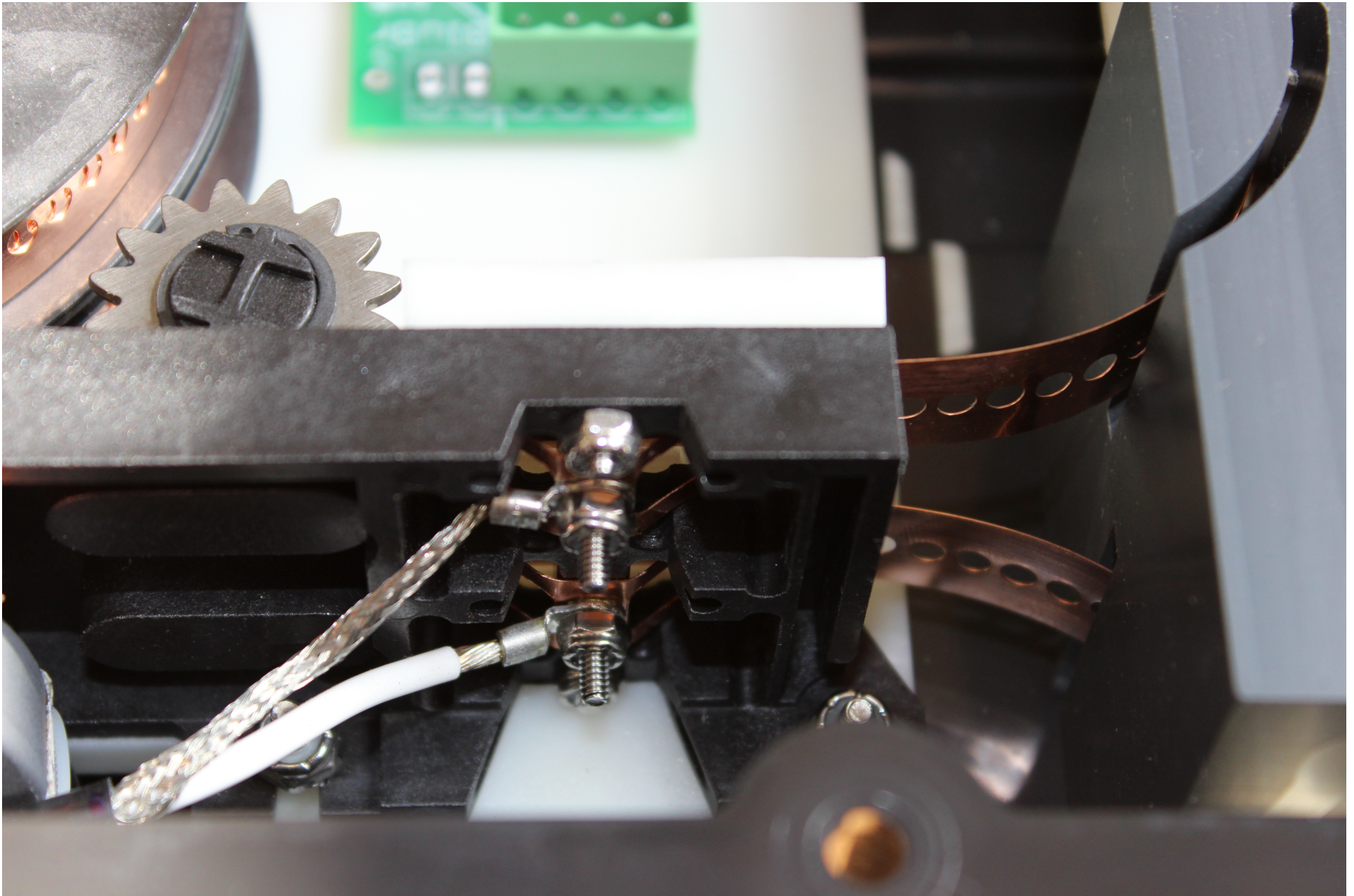












Schleifkontakte

Der Controller



Konfiguration

Die vier Elementlängen bestimmen alle Antenneneigenschaften

z.B. Defaultwerte für 7,000 MHz ($\lambda = 42,83\text{m}$)

REFL	DRVN	DIR1	DIR2	
913.7	851.0	309.4	851.6	(inch)
23.21	21.62	7.86	21.63	(meter)

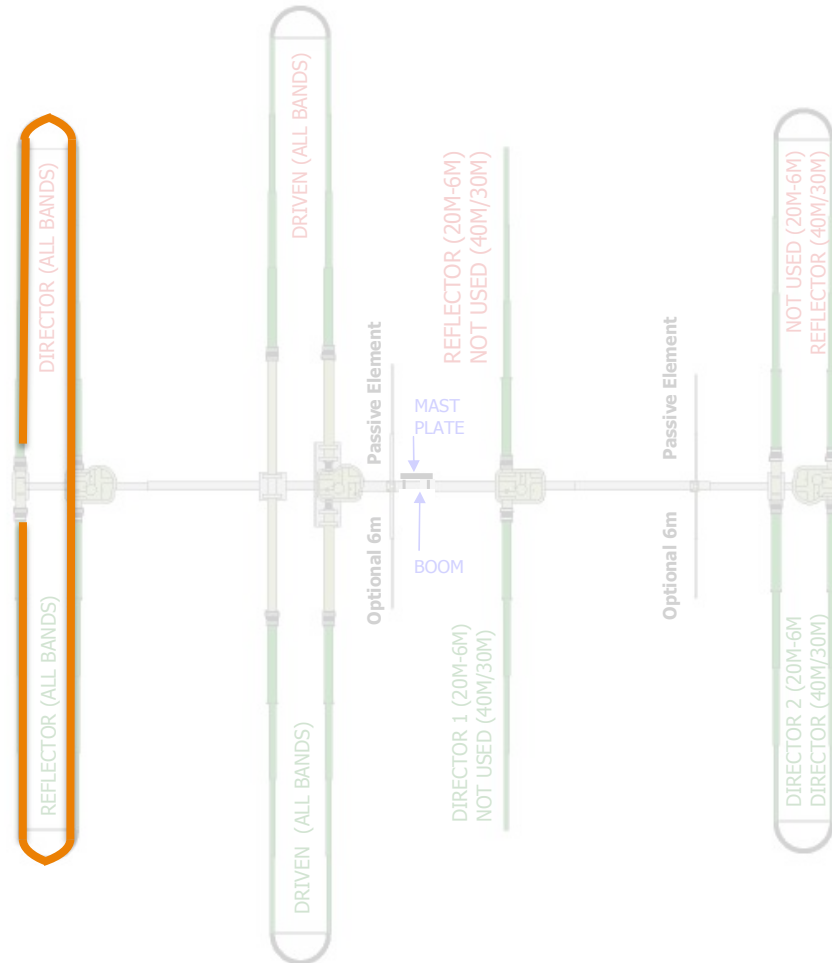
Konfiguration für 7000 kHz

Reflektor: 23.21 m



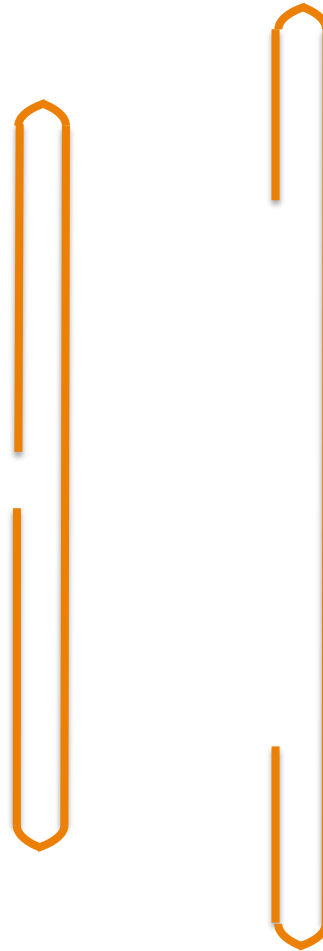
Konfiguration für 7000 kHz

Reflektor: 23.21 m



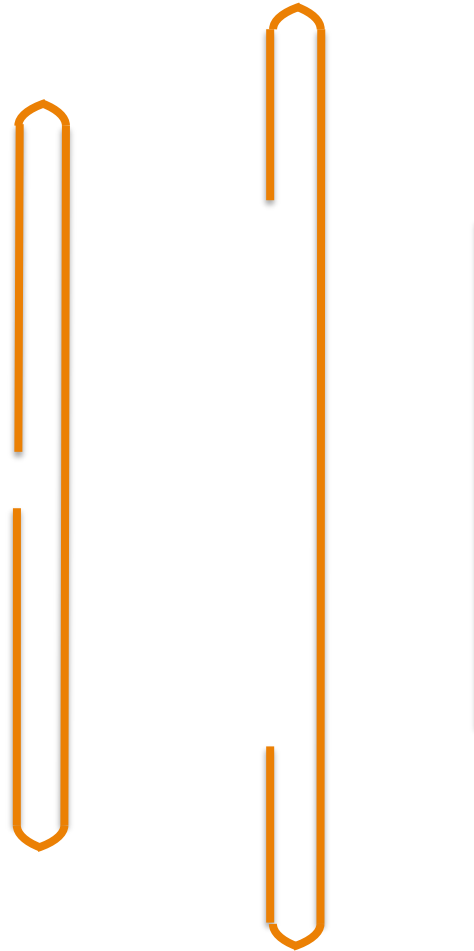
Konfiguration für 7000 kHz

Reflektor: 23.21 m
Erreger: 21.62 m



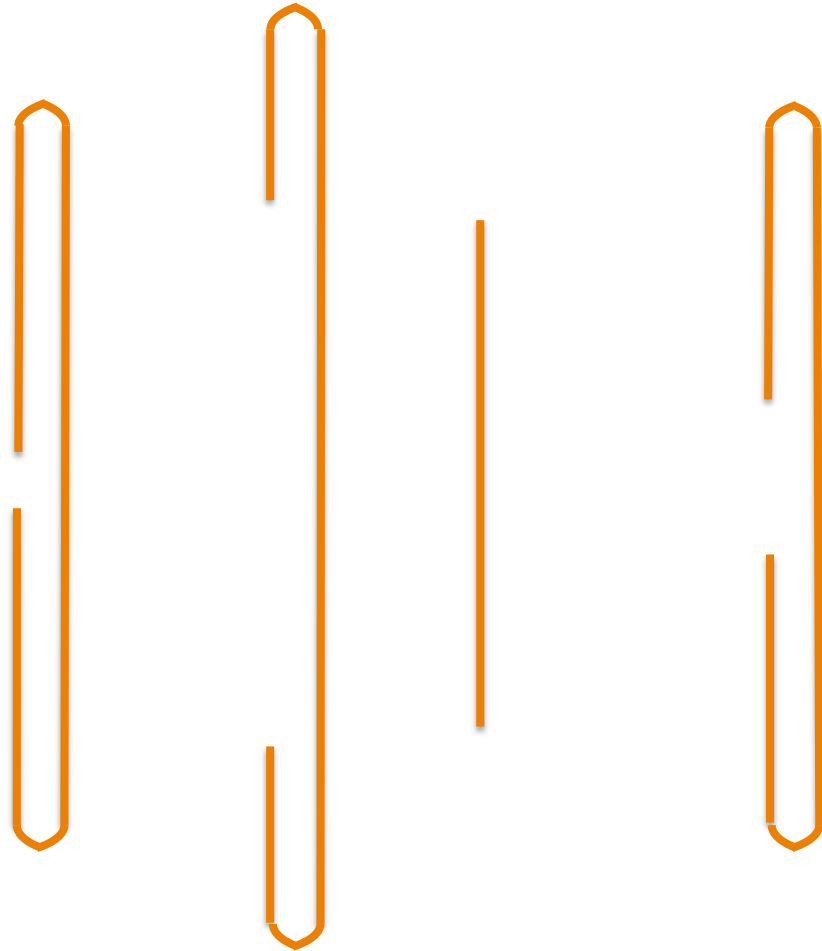
Konfiguration für 7000 kHz

Reflektor: 23.21 m
Erreger: 21.62 m
Direktor 1: 7.86 m



Konfiguration für 7000 kHz

Reflektor: 23.21 m
Erreger: 21.62 m
Direktor 1: 7.86 m
Direktor 2: 21.63 m



Skalierung der Elementlängen mit der Frequenz

- Ein sog. “Masterdesign” wird definiert an einer bestimmten Frequenz f_0
- Die Elementlängen $l(f)$ werden innerhalb des zugehörigen Gültigkeitsbereichs (“segment”) mit der Wellenlänge skaliert.

$$\frac{l(f)}{\lambda} = \frac{l(f_0)}{\lambda_0}$$

Skalierung der Elementlängen (Segmentgrenzen)

- Die Elementlängen $l(f)$ werden innerhalb des zugehörigen Gültigkeitsbereichs (“segment”) mit der Wellenlänge skaliert.
- Die Segmentgrenzen der DB36 sind:
3.40 MHz 5.20 MHz 6.95 MHz 7.85 MHz
8.85 MHz 10.00 MHz 11.30 MHz 13.85 MHz
15.80 MHz 17.85 MHz 20.80 MHz 24.60 MHz
27.50 MHz 29.00 MHz 34.50 MHz 41.00 MHz
49.50 MHz 51.00 MHz

Geometrie des Drahtmodells erstellt mit Matlab

1. Schritt: Abfrage der Defaultwerte
für die Elementlängen

```
U = DB36_SDA100default(7000,1)
```

```
U =
```

```
23.21 21.62 7.86 21.63 (meter)
```



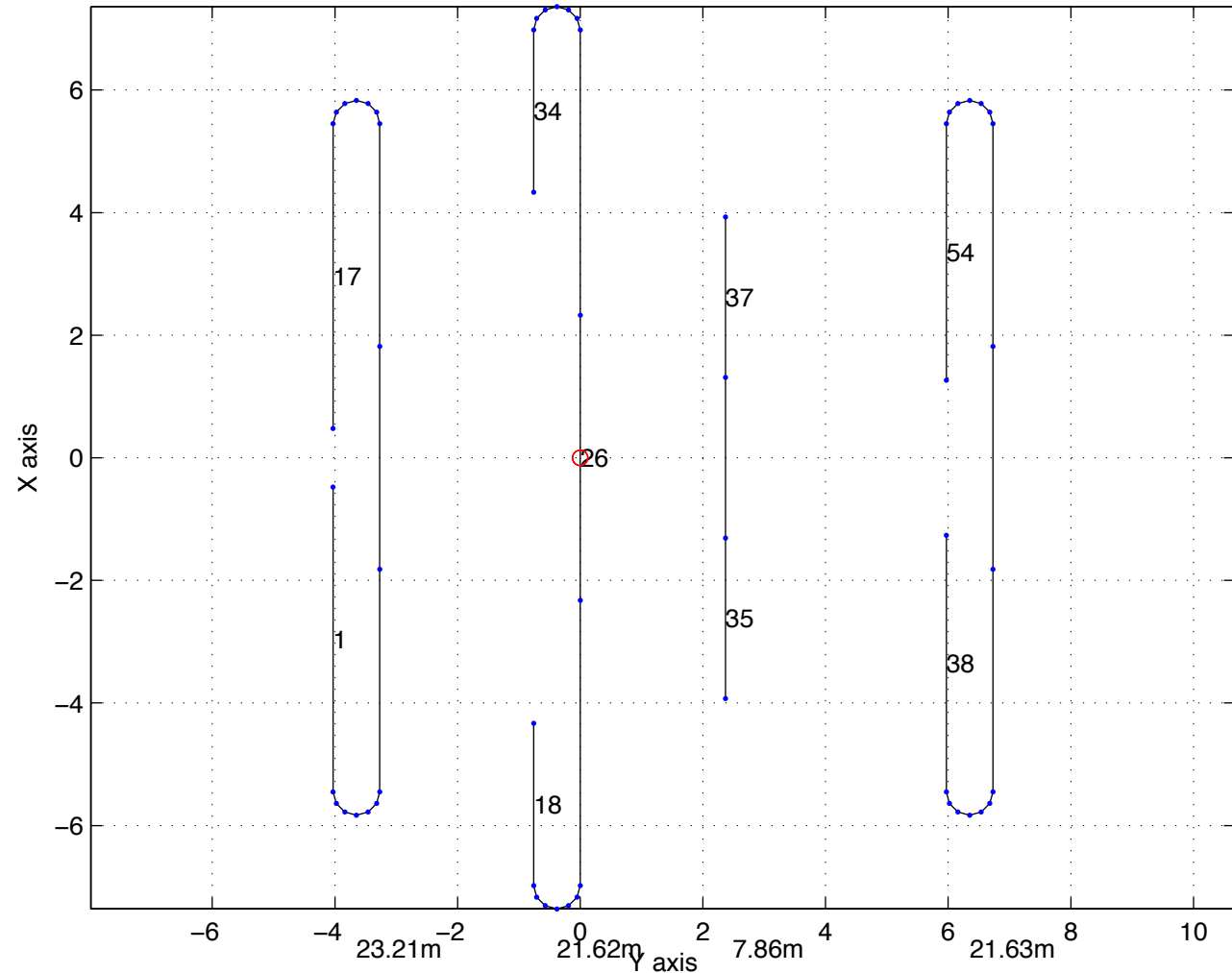
Geometrie des Drahtmodells erstellt mit Matlab

2. Schritt: Definition der Drahtgeometrie

DB36_wiremodel(filename, **U**, h,)

Konfiguration für 7000 kHz

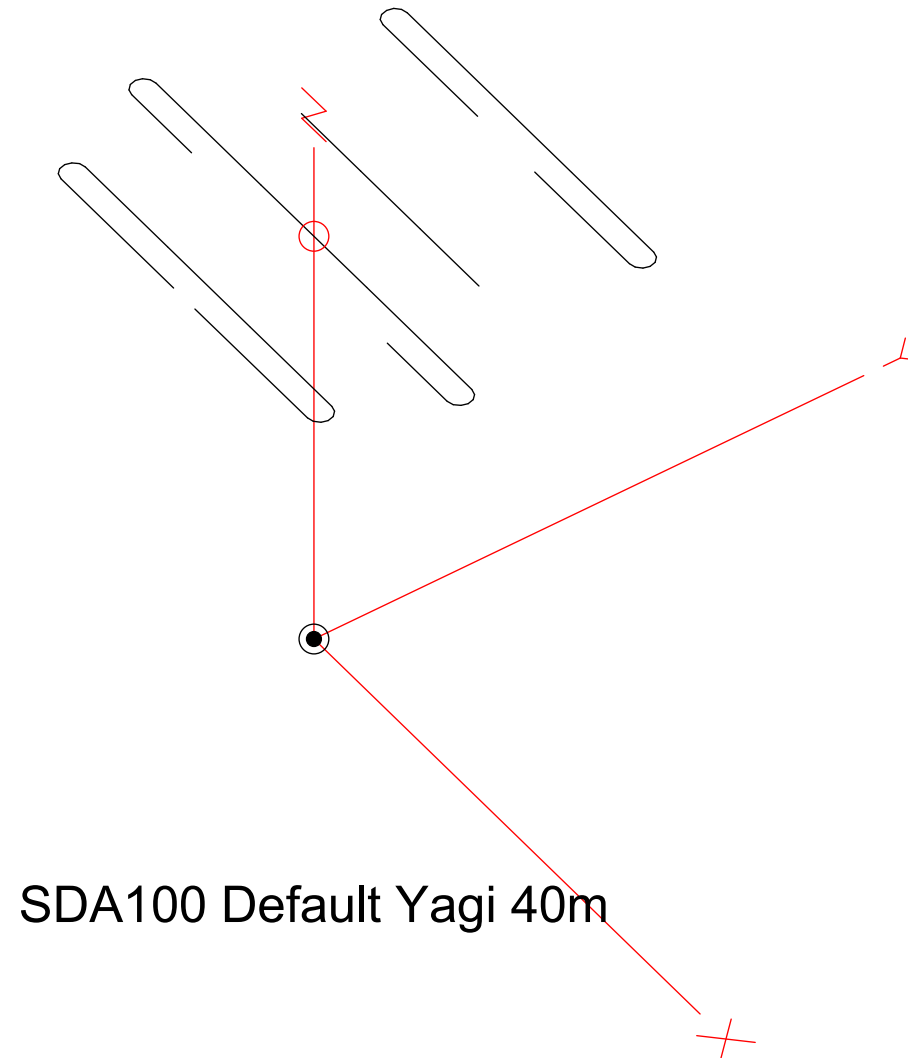
DB-36 for U=[23.208 21.615 7.859 21.631], N=6



Reflektor: 23.21 m
Erreger: 21.62 m
Direktor 1: 7.86 m
Direktor 2: 21.63 m

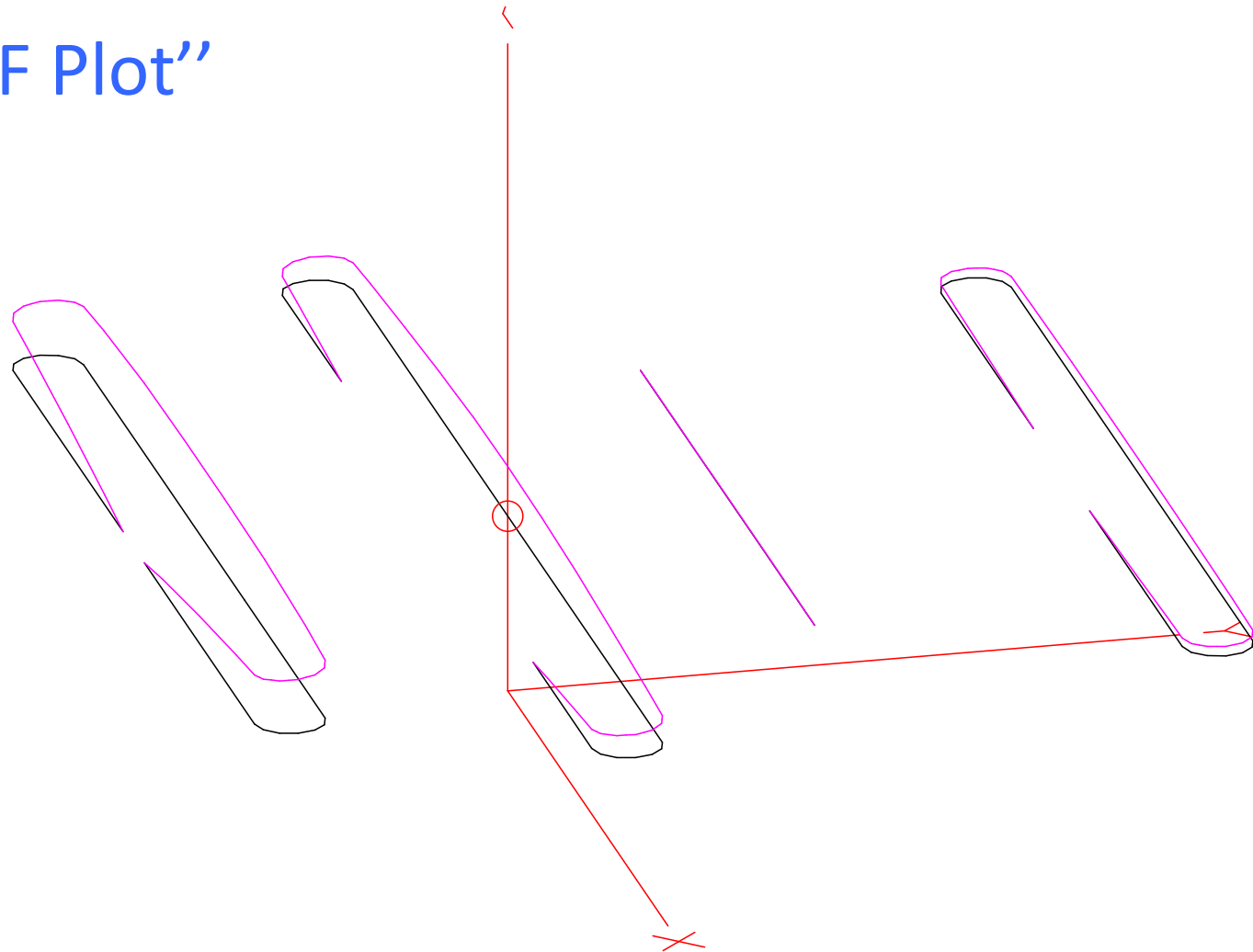
Import in EZNEC (version 5+)

3. Schritt: "Import wires from ASCII file"



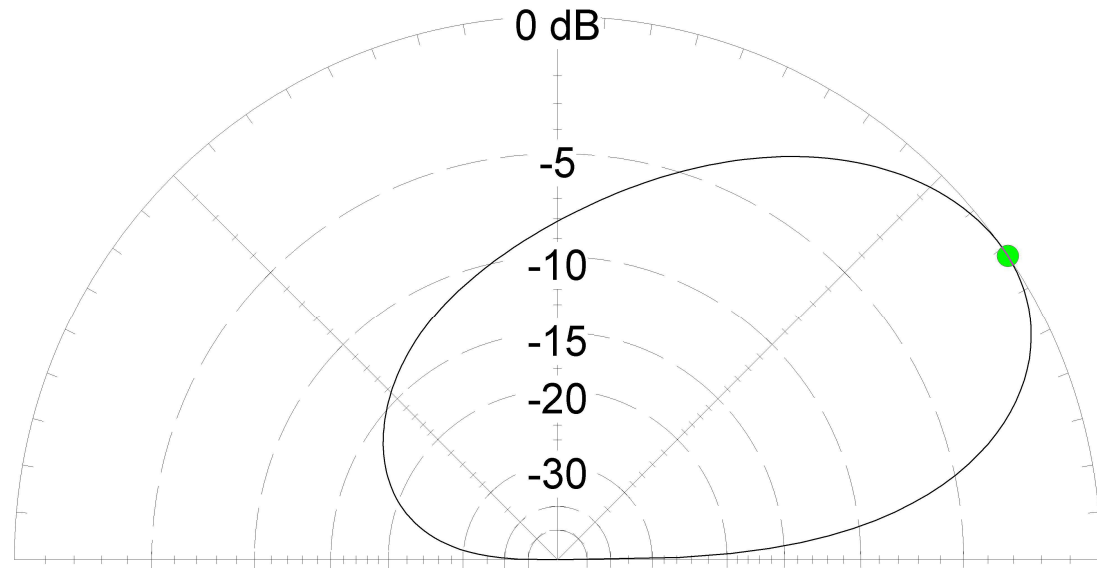
Berechnung der Stromverteilung

4. Schritt: "FF Plot"



Fernfeldcharakteristik

4. Schritt: FF Plot



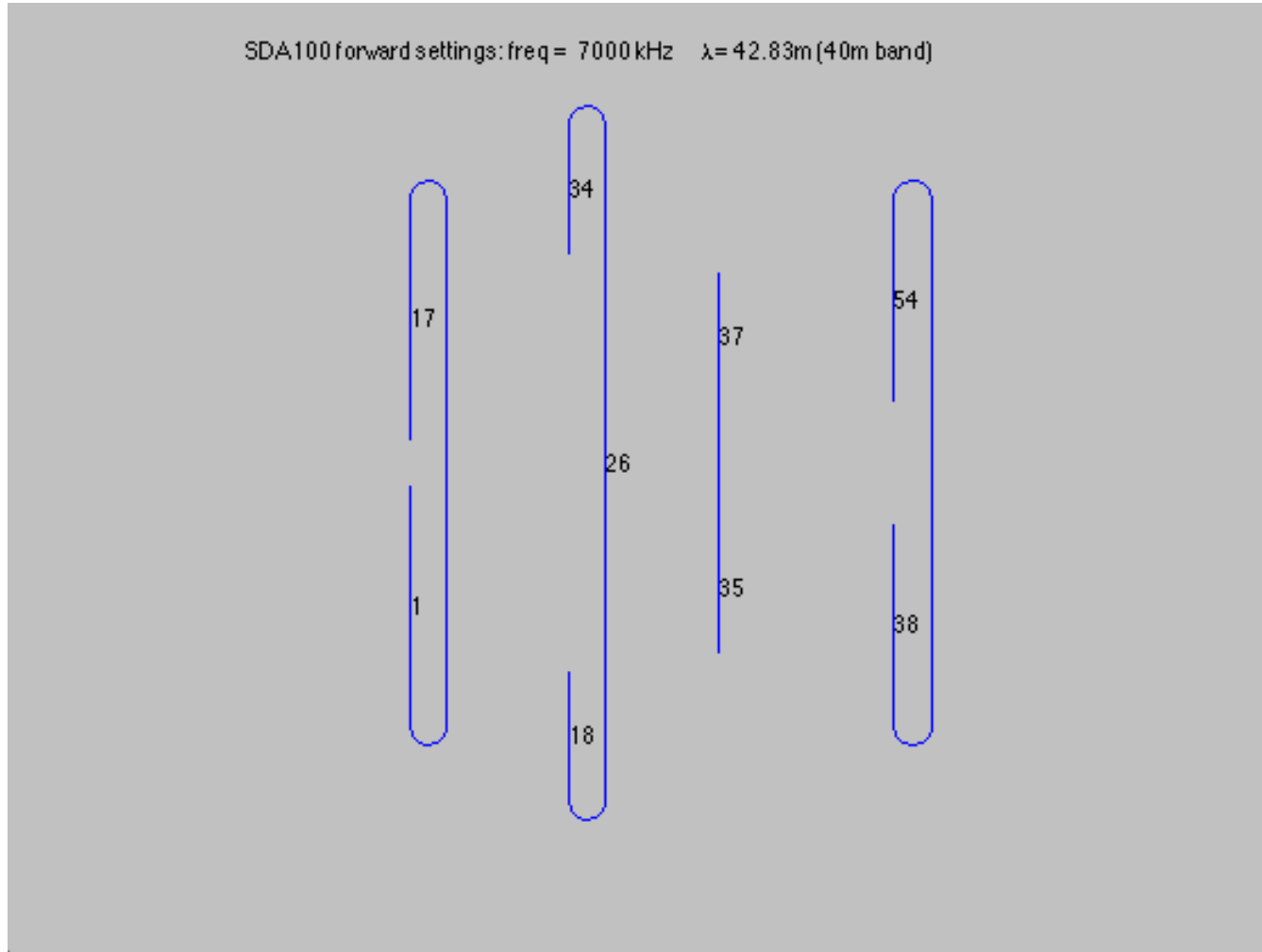
SDA100 Default Yagi 40m

7 MHz

Elevation Plot		Cursor Elev	34,0 deg.
Azimuth Angle	90,0 deg.	Gain	9,33 dBi
Outer Ring	9,33 dBi		0,0 dBmax
Slice Max Gain	9,33 dBi @ Elev Angle = 34,0 deg.		
Beamwidth	45,9 deg.; -3dB @ 16,0, 61,9 deg.		
Sidelobe Gain	< -100 dBi		
Front/Sidelobe	> 100 dB		

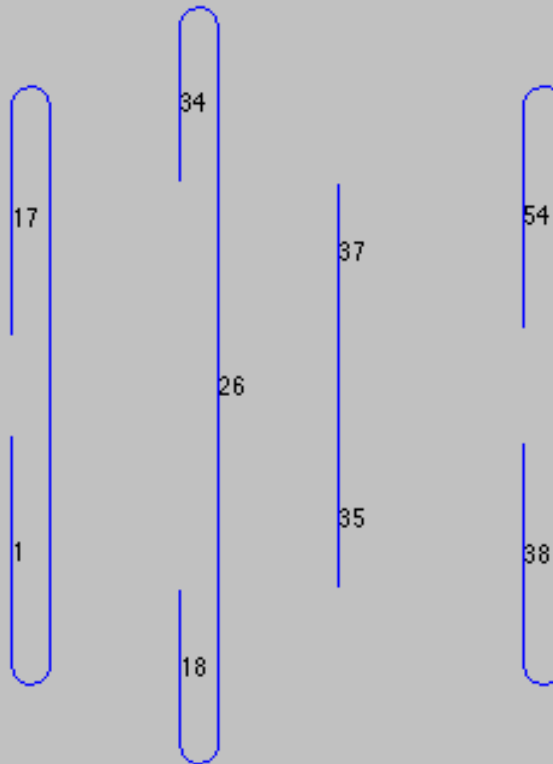


Forward Beam



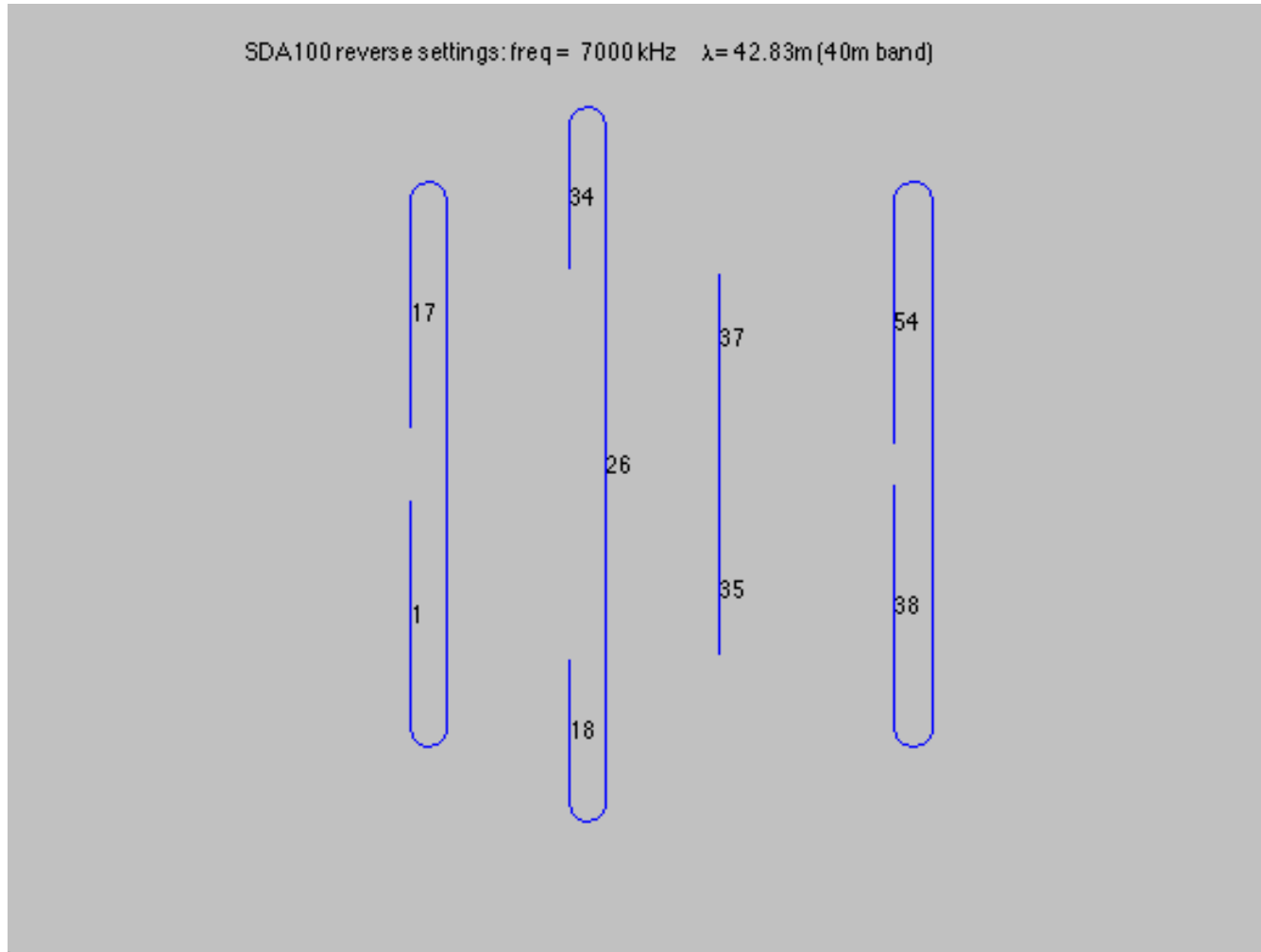
Bi-Directional

SDA100 bidirectional settings: freq = 7000 kHz $\lambda = 42.83\text{m}$ (40m band)





Reverse Beam

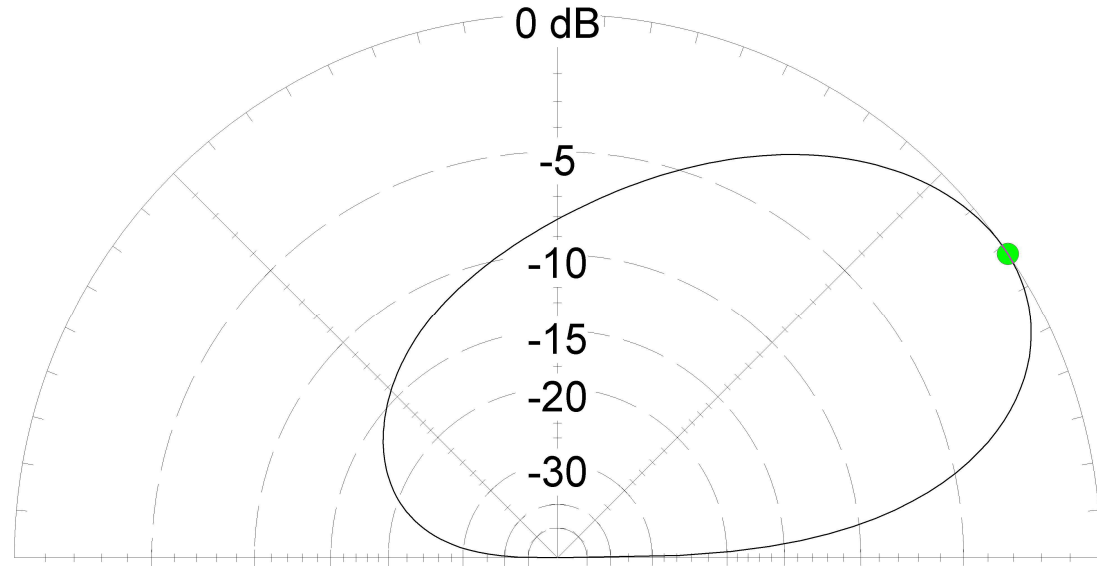




Antennen- charakteristik

Frequenz 7.0 MHz

SDA 100 Controller
Defaultwerte
Forward Beam
@ 7.0 MHz



SDA100 Default Yagi 40m

7 MHz

Elevation Plot		Cursor Elev	34,0 deg.
Azimuth Angle	90,0 deg.	Gain	9,33 dBi
Outer Ring	9,33 dBi		0,0 dBmax
Slice Max Gain	9,33 dBi @ Elev Angle = 34,0 deg.		
Beamwidth	45,9 deg.; -3dB @ 16,0, 61,9 deg.		
Sidelobe Gain	< -100 dBi		
Front/Sidelobe	> 100 dB		

Antennen- charakteristik

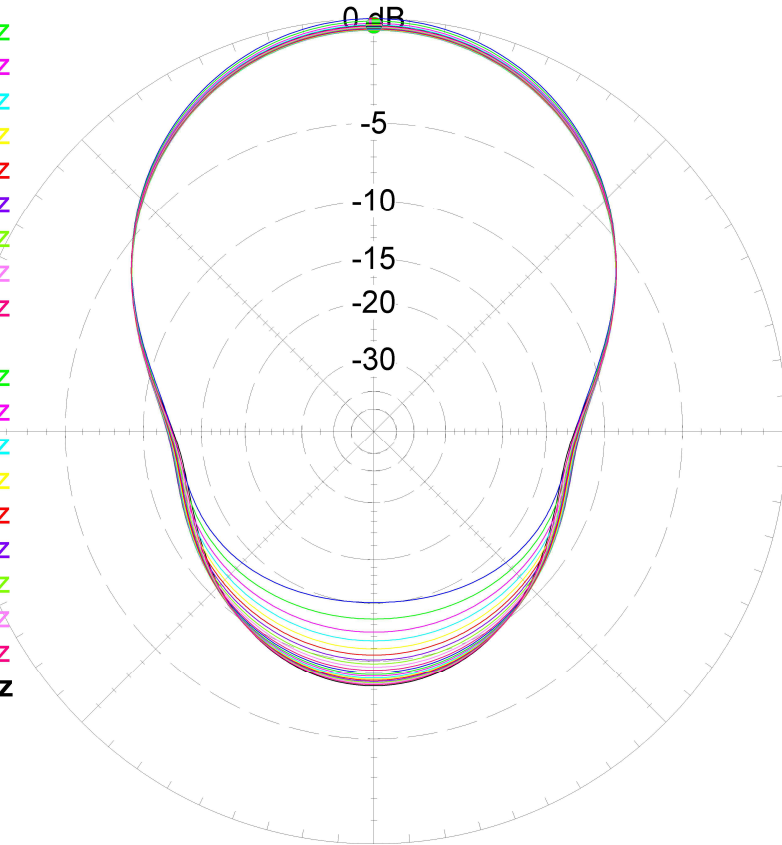
Frequenzbereich
7.0 – 7.2 MHz

SDA 100 Controller
Defaultwerte
Forward Beam
@ 7.0 MHz

Total Field

EZNEC+

- 7 MHz
- 7,01 MHz
- 7,02 MHz
- 7,03 MHz
- 7,04 MHz
- 7,05 MHz
- 7,06 MHz
- 7,07 MHz
- 7,08 MHz
- 7,09 MHz
- 7,1 MHz
- 7,11 MHz
- 7,12 MHz
- 7,13 MHz
- 7,14 MHz
- 7,15 MHz
- 7,16 MHz
- 7,17 MHz
- 7,18 MHz
- 7,19 MHz
- * 7,2 MHz



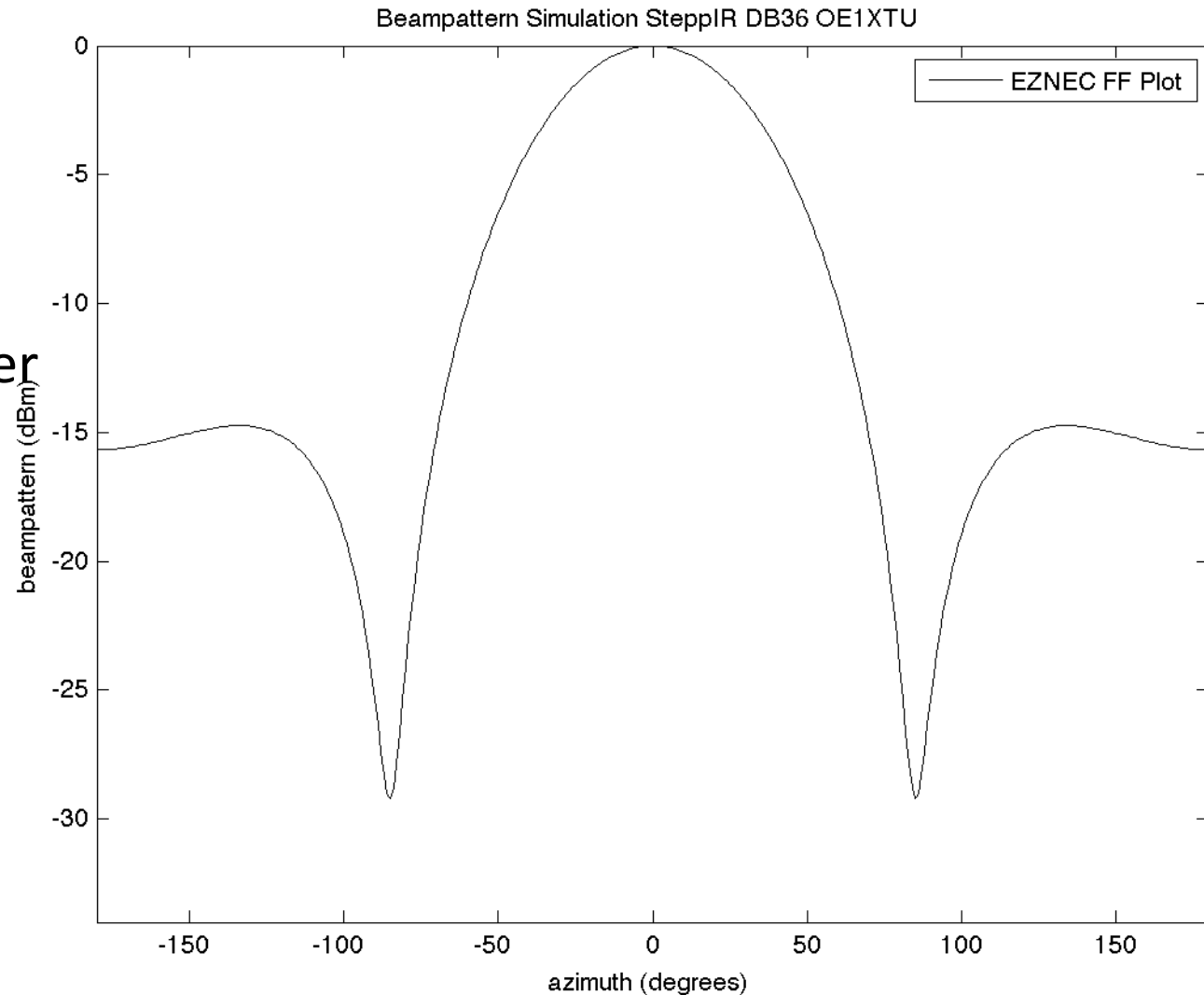
SDA100 Default Yagi 40m

Azimuth Plot		Cursor Az	90,0 deg.
Elevation Angle	35,0 deg.	Gain	9,06 dBi
Outer Ring	9,34 dBi		0,0 dBmax
Slice Max Gain	9,06 dBi @ Az Angle = 90,0 deg.		
Front/Back	7,95 dB		
Beamwidth	81,6 deg.; -3dB @ 49,2, 130,8 deg.		
Sidelobe Gain	1,11 dBi @ Az Angle = 270,0 deg.		
Front/Sidelobe	7,95 dB		

Antennen- charakteristik

Frequenz
7.000 MHz Simul.

SDA 100 Controller
Defaultwerte
Forward Beam
@ 7.0 MHz





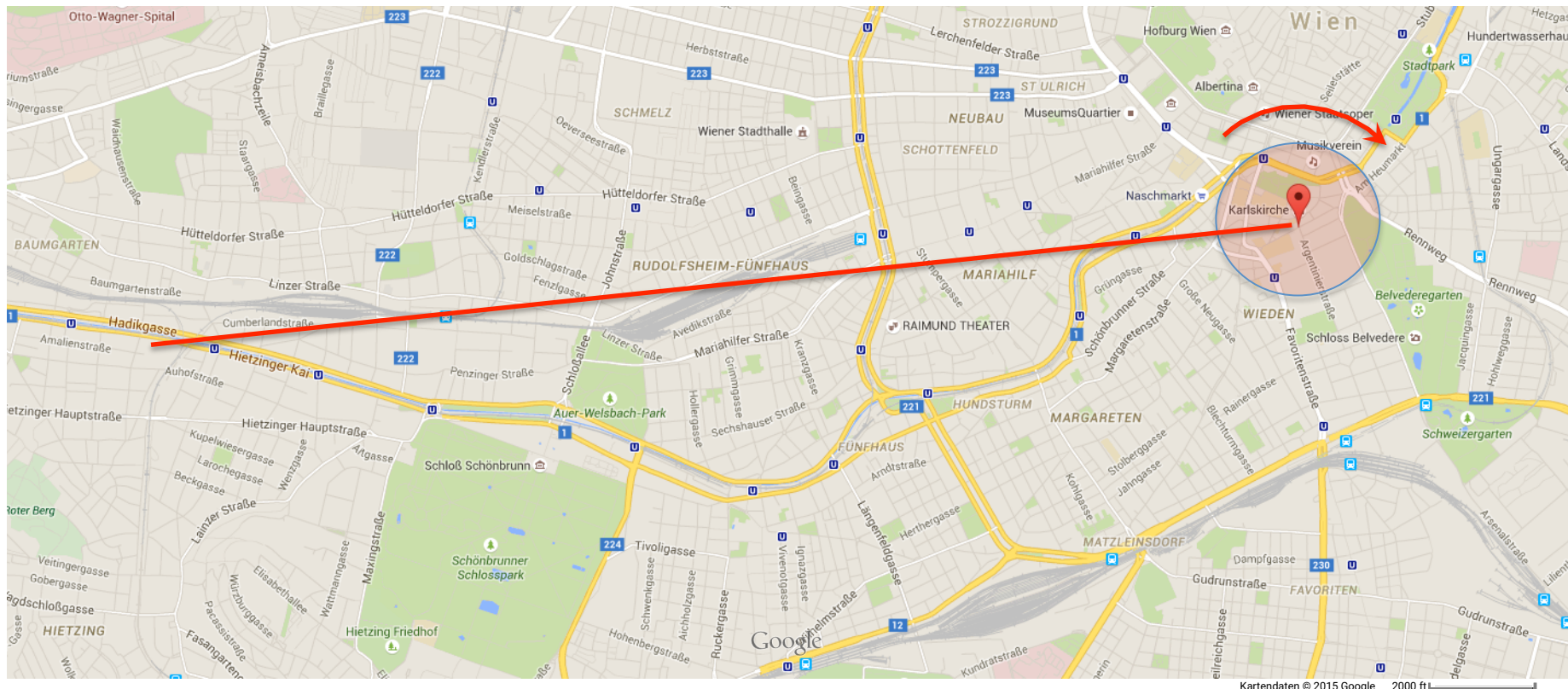
Vergleich mit Messung

Frequenz

7.045 MHz Messung

Tx Mode: CW

Rx Perseus SDR



Vergleich mit Messung

Frequenz

7.000 MHz Simul.

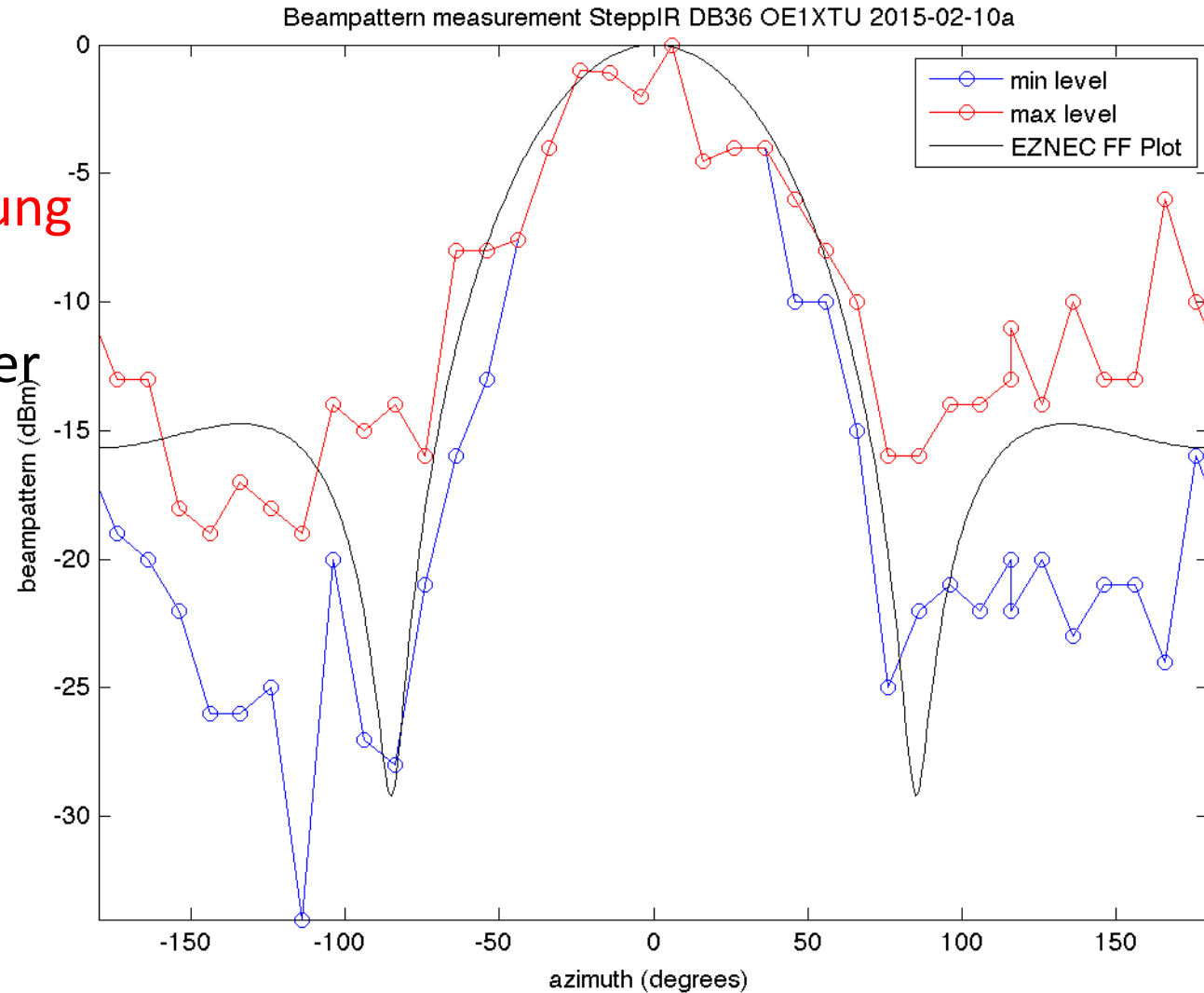
7.045 MHz Messung

SDA 100 Controller

Defaultwerte

Forward Beam

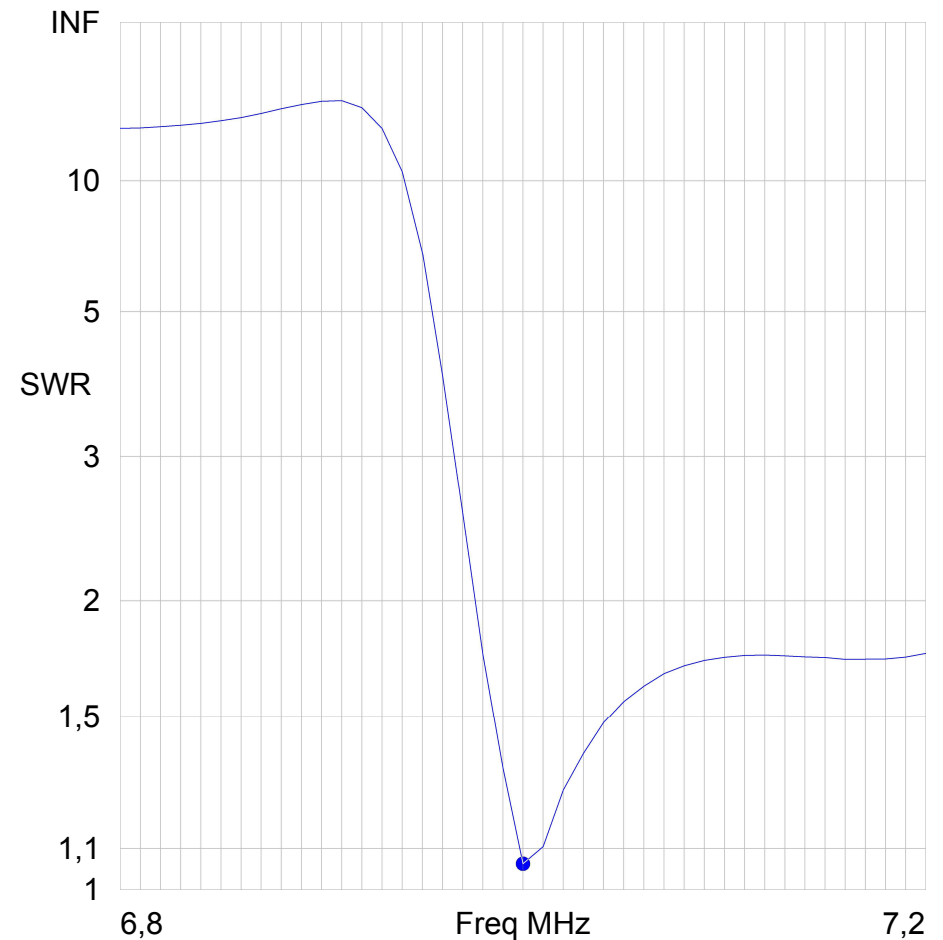
@ 7.0 MHz



Stehwellen- verhältnis

Frequency Sweep
6.8 – 7.2 MHz

SDA 100 Controller Defaults
Forward Beam @ 7.0 MHz



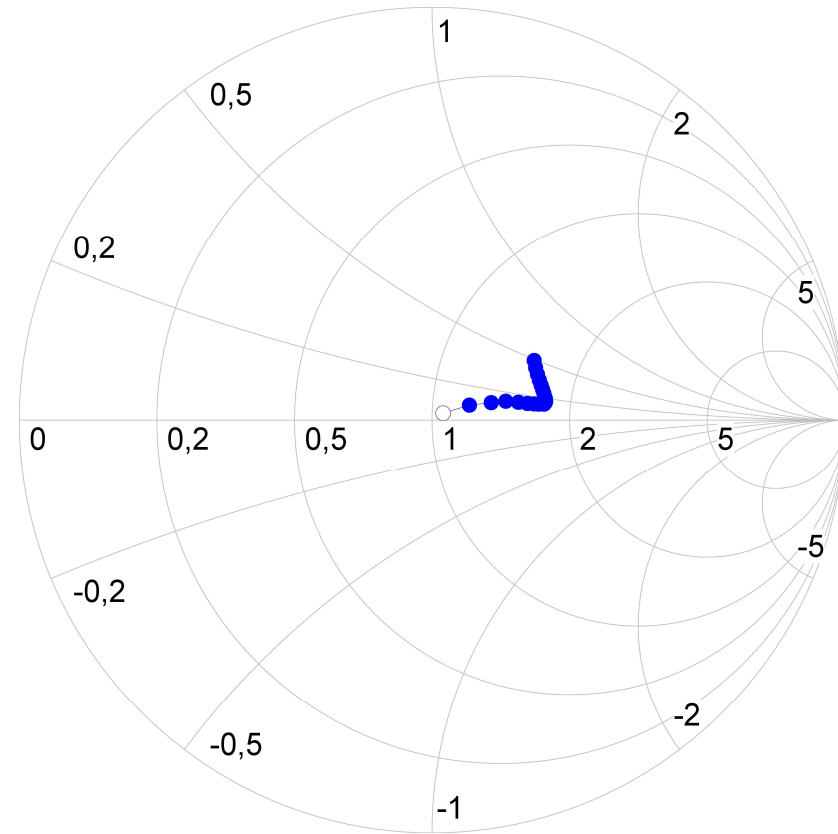
SDA100 Default Yagi 40m

Freq	7 MHz	Source #	1
SWR	1,062	Z0	25 ohms
Z	23,67 at -1,45 deg. = 23,66 - j 0,5977 ohms		
Refl Coeff	0,03006 at -155,19 deg. = -0,02729 - j 0,01262		
Ret Loss	30,4 dB		

Stehwellen- verhältnis

Frequency Sweep
7.0 – 7.2 MHz

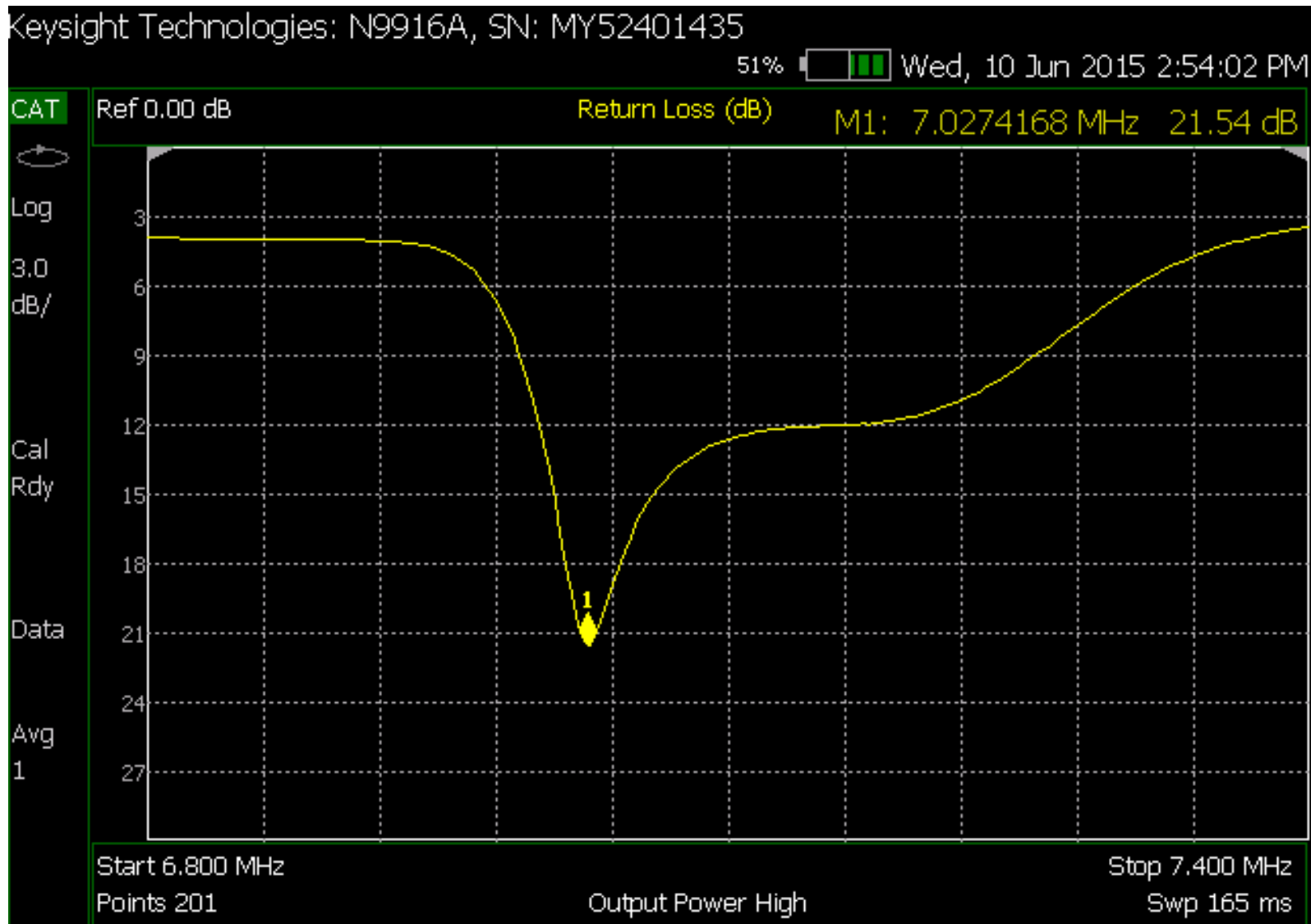
SDA 100 Controller Defaults
Forward Beam @ 7.0 MHz



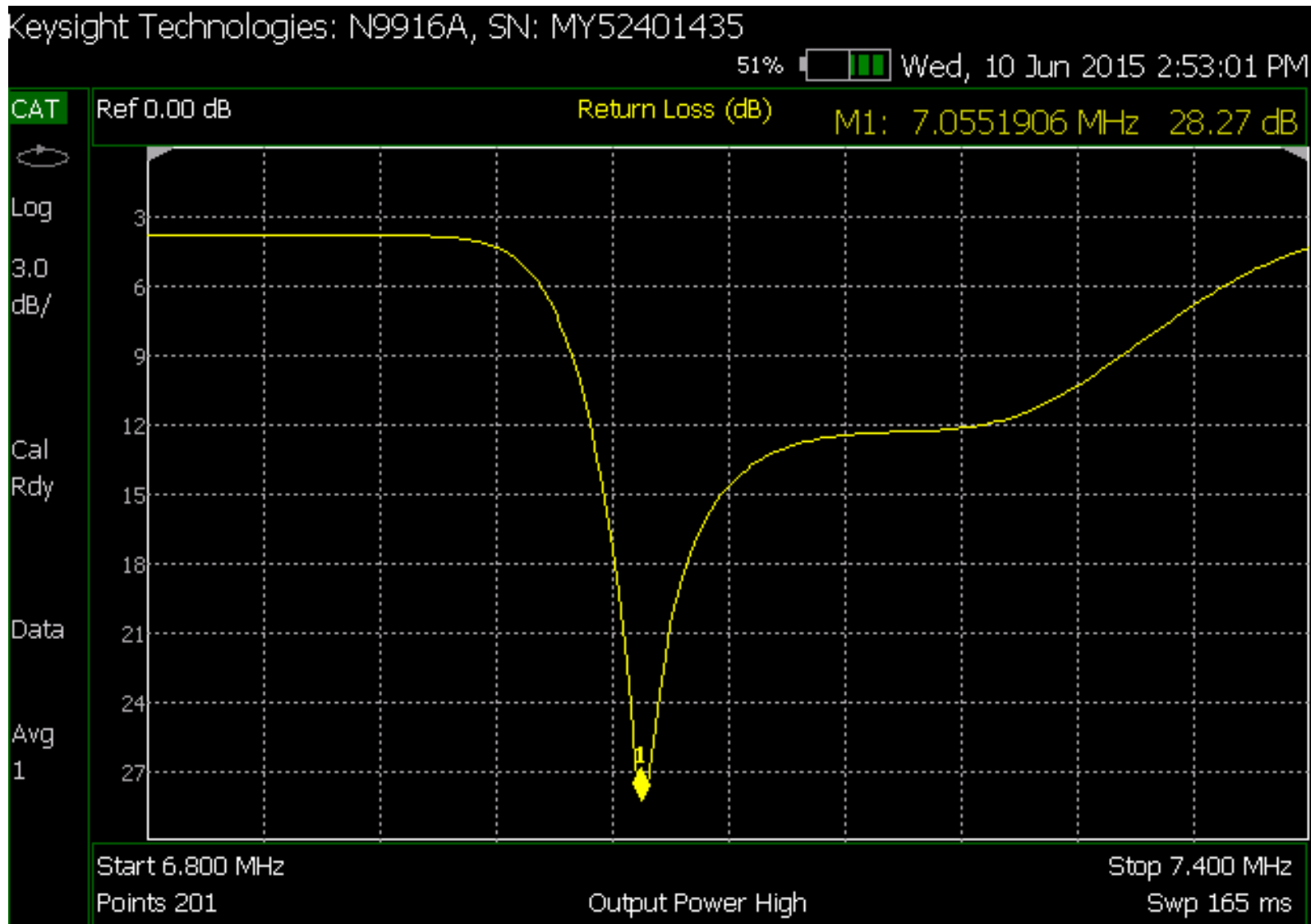
SDA100 Default Yagi 40m

Freq	7 MHz	Source #	1
SWR	1,066	Z0	25 ohms
Z	26,37 at 1,97 deg.		
	= 26,35 + j 0,9048 ohms		
Refl Coeff	0,03171 at 32,74 deg.		
	= 0,02667 + j 0,01715		
Ret Loss	30,0 dB		

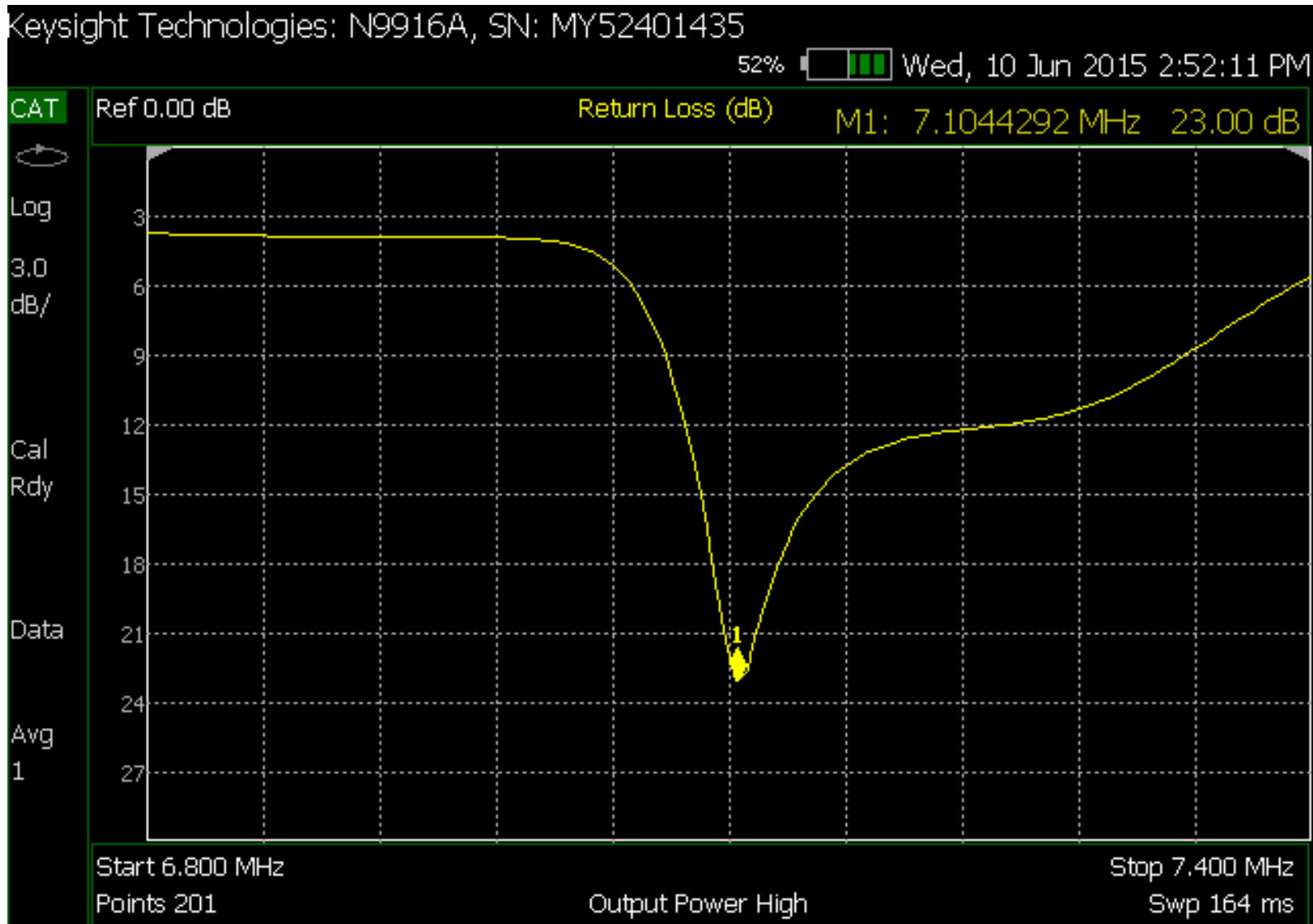
Rückflussdämpfung bei autom. Nachführung: 7.000 MHz



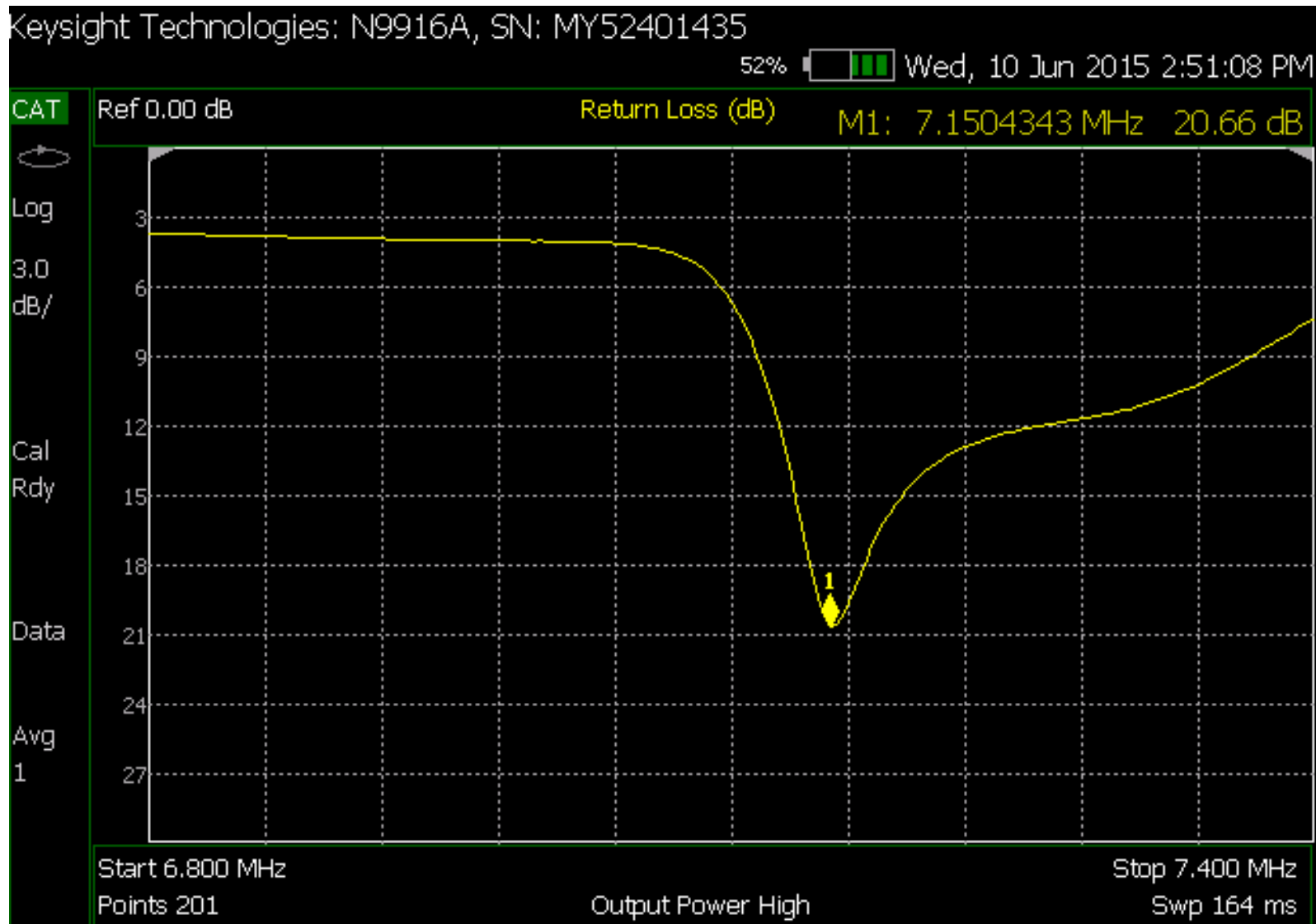
Rückflussdämpfung bei autom. Nachführung: 7.050 MHz



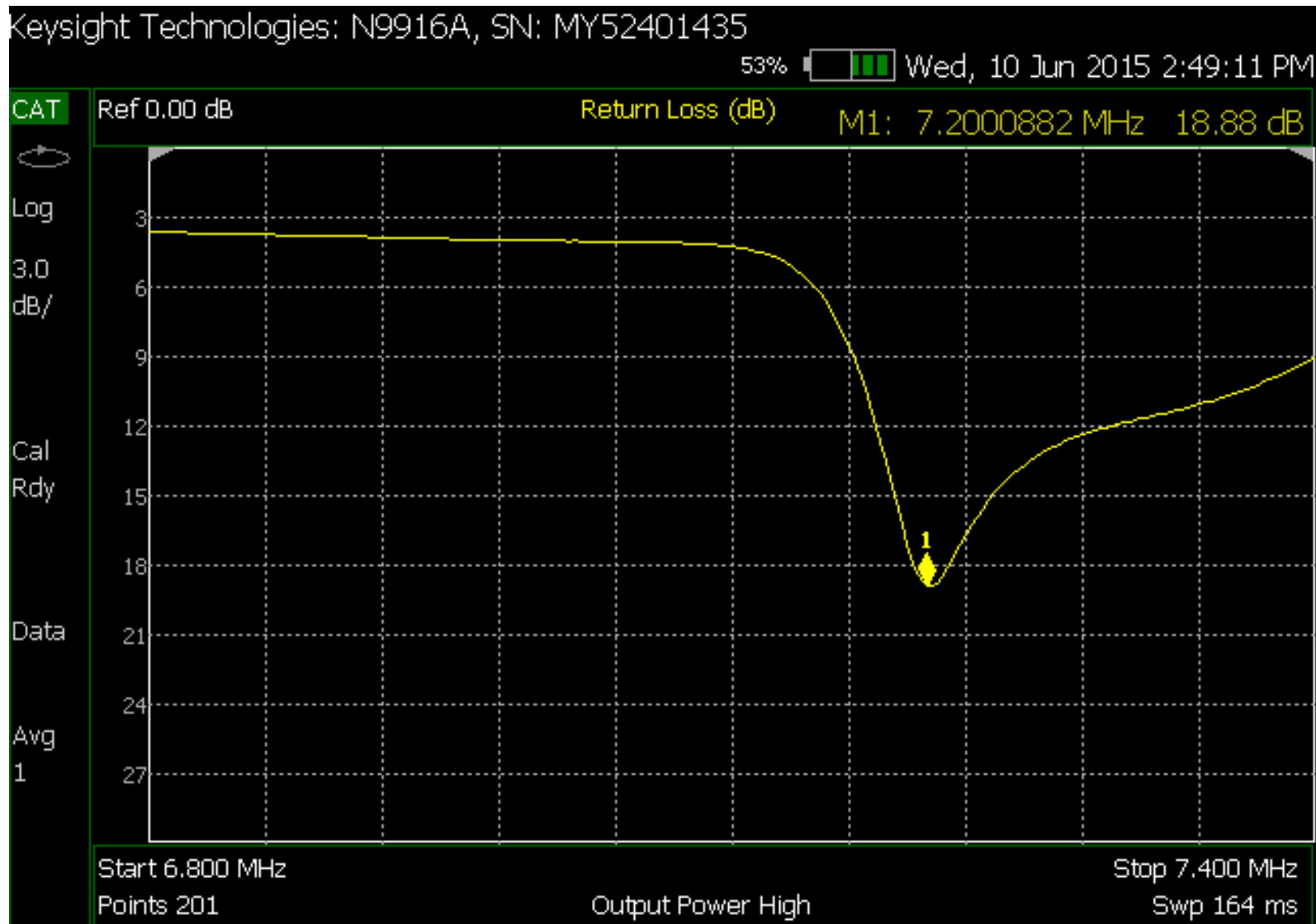
Rückflusdämpfung bei autom. Nachführung: 7.100 MHz



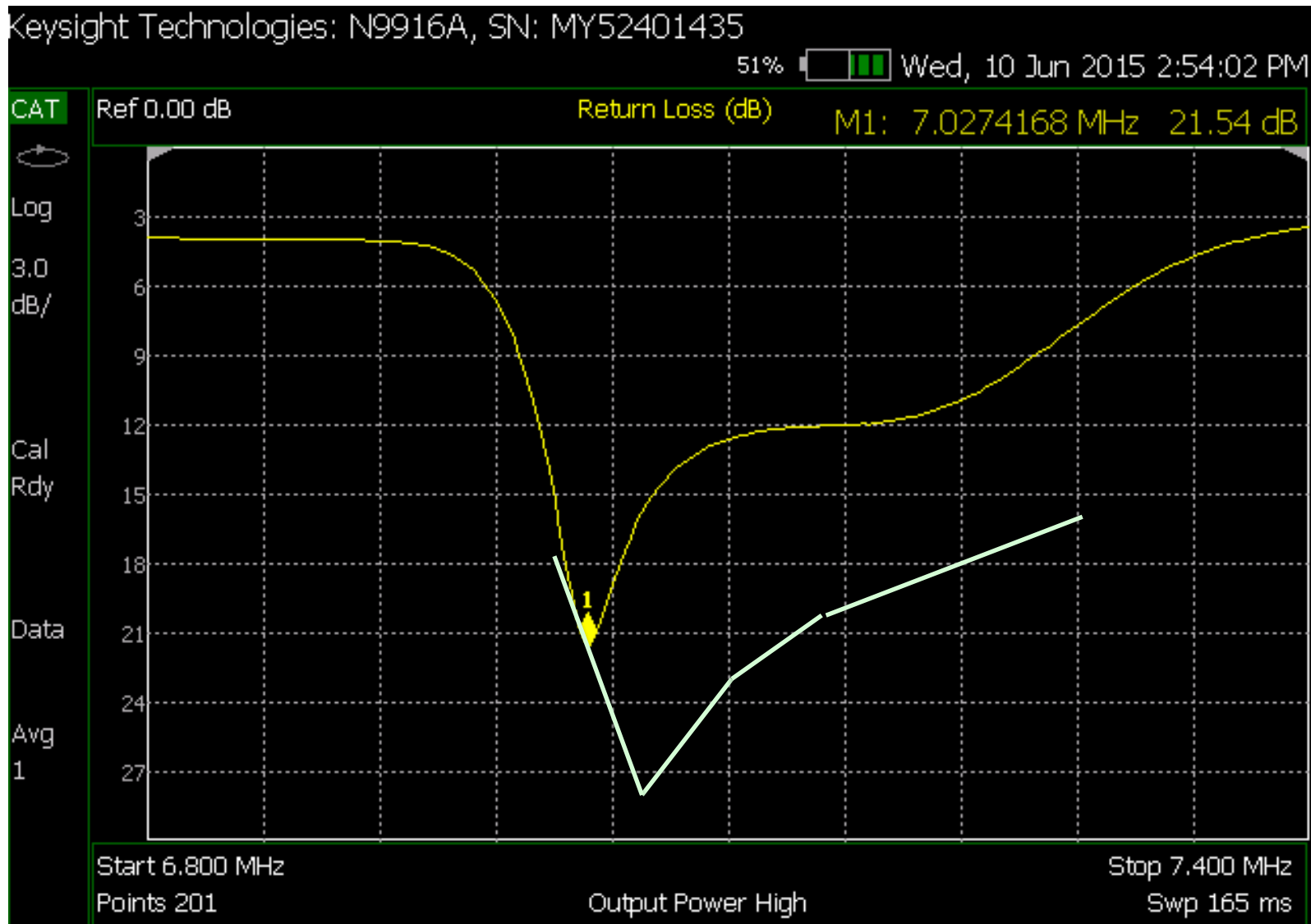
Rückflussdämpfung bei autom. Nachführung: 7.150 MHz



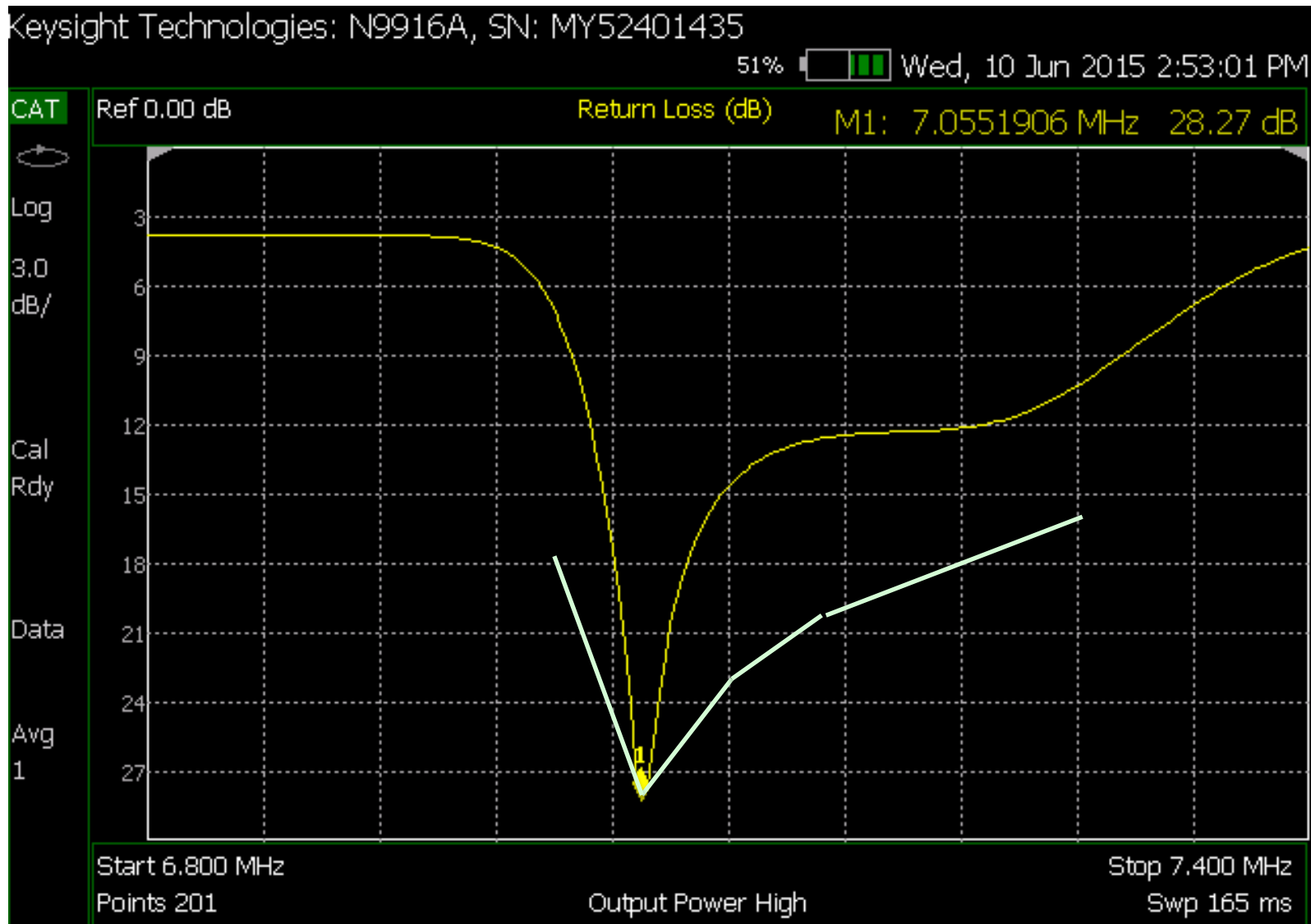
Rückflussdämpfung bei autom. Nachführung: 7.200 MHz



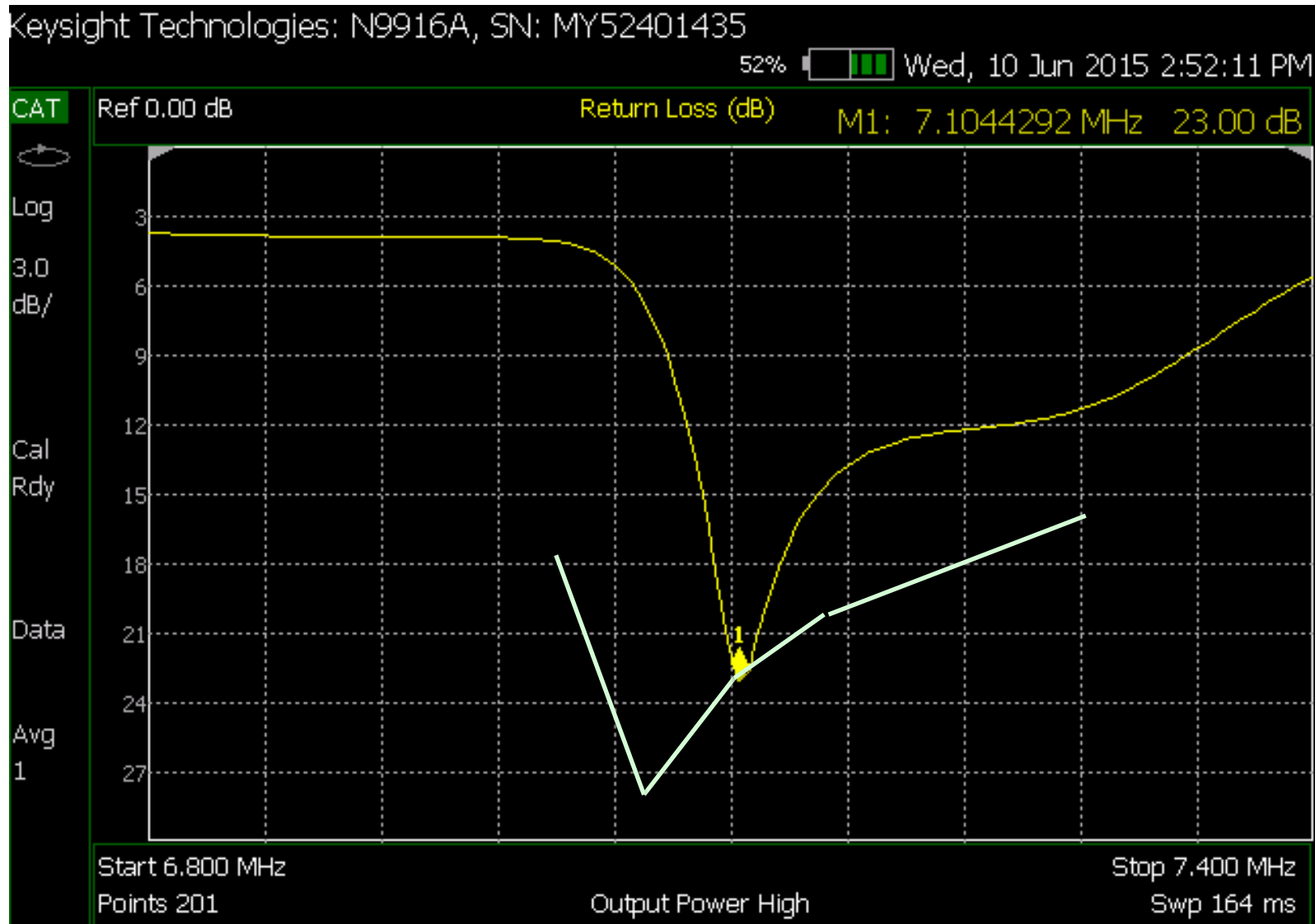
Rückflussdämpfung bei autom. Nachführung: 7.0 – 7.2 MHz



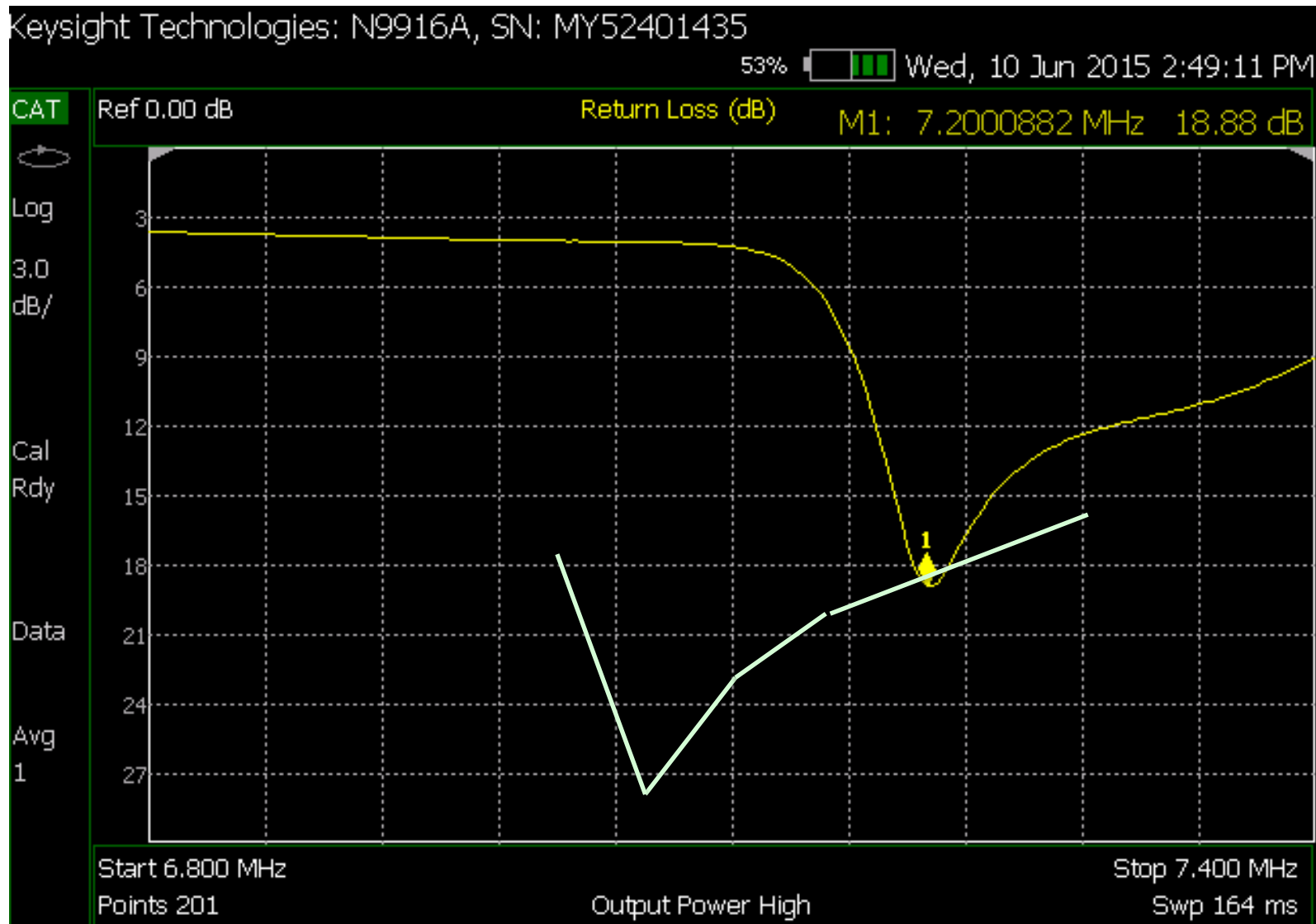
Rückflussdämpfung bei autom. Nachführung: 7.0 – 7.2 MHz



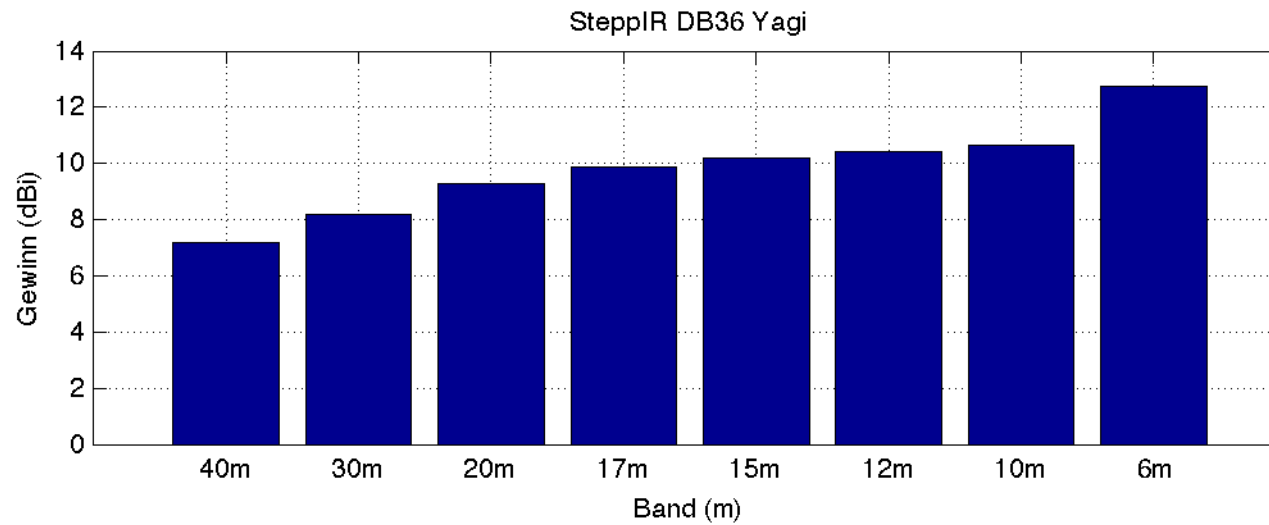
Rückflussdämpfung bei autom. Nachführung: 7.0 – 7.2 MHz



Rückflussdämpfung bei autom. Nachführung: 7.0 – 7.2 MHz

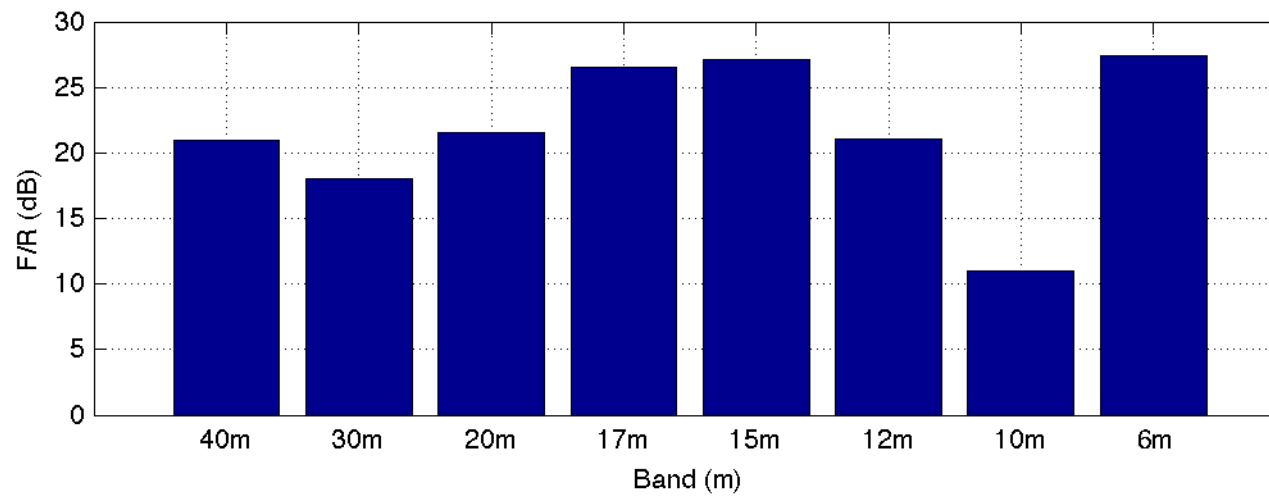
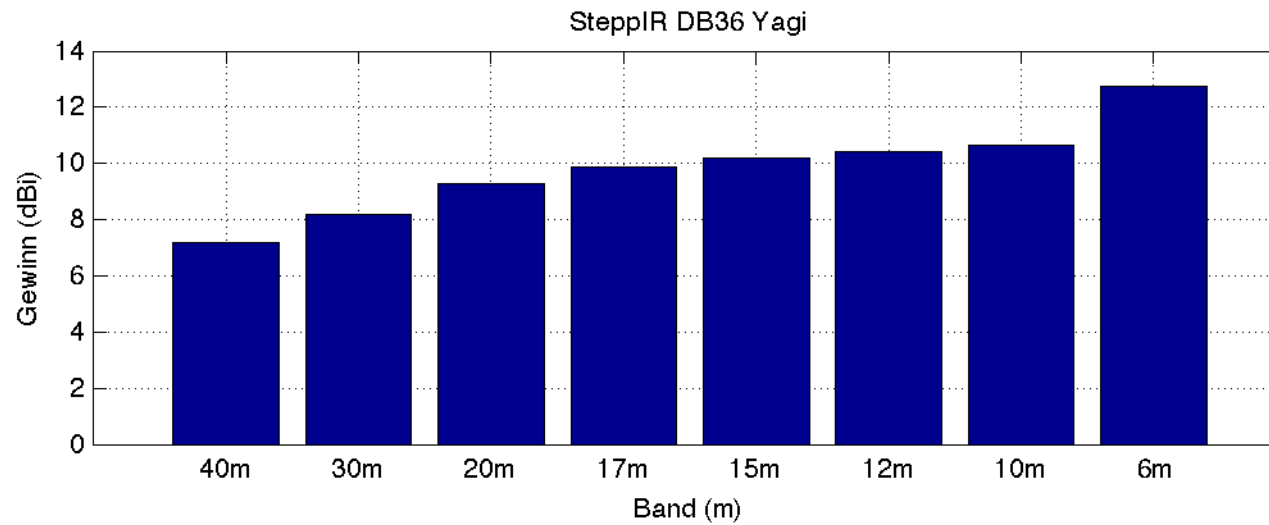


Gewinn über Isotropstrahler



Gewinn (dBi): 7,20 8,20 9,27 9,88 10,21 10,43 10,65 12,88

Vor-/Rückwärtsverhältnis



Worauf es wirklich ankommt (Antenne in der Stadt)

- “Man made noise” je nach Lage störend
 - an der TU akzeptabel
- Jeder Centimeter an Höhe über Dach zählt
 - an der TU recht gut
- Freier Horizont ist essenziell, Abschattungen in der Nähe stören sehr
 - an der TU eher gut
- Durch diffuse Reflexion an den Dächern Hauptkeule horizontal: Sehr gut für fernes DX, schlecht für Distanzen kleiner 4000 km.
 - an der TU sehr ausgeprägt, gut.
- Die Lage in der Stadt ist entscheidend und eventuell wichtiger als alles andere.



Erste Erfahrungen OE1SZW / OE1XTU

Für die DB36 an der TU Wien:

- 10m, 12m Elementabstand zu groß,
 - wie 3-Element Yagi
- 15m, 17m, 20m sehr gute Performance
 - wie 4-Element Yagi
- 30m Performance beinahe
 - wie 3-Element Yagi
- 40m Performance
 - wie gute 2-Element Yagi

Mit welchen Yagi-Antennen soll man denn eine DB36 vergleichen?

- Die DB36 behält ihre Eigenschaften jeweils über das ganze Band bei (bis auf kleine Stufen durch die nicht-kontinuierliche Positions-Nachführung).
- Ein Vergleich mit Yagi-Designs, die ebenfalls F/R, Gewinn und Anpassung im gesamten Band gut halten, ist daher sinnvoll.
- Das kostet etwa 1dB im Gewinn gegenüber schmalbandigen Yagi-Lösungen.
- Referenz-Monoband-Yagis gibt es im ARRL Antenna Book, Chapter 11, Ref. [2]

OM Klaus, OE7UU



Windlast

- Windlast ca. $1,7 \text{ m}^2$
- Max. zulässige Windgeschwindigkeit
ca. 120-160 km/h
- Wir wissen das noch nicht so genau ;-)
- Die Geometrie ist unsymmetrisch
- Wind verursacht daher ein Drehmoment
- Windböen verursachen Torsionsschwingungen

Vorläufige Zusammenfassung

- einfache Matlab Bibliothek für DB36
- numerische Analyse mittels
 - EZNEC 5+ (Windows)
 - cocoaNEC 2 (Mac OS X)
- Viele offene Fragen:
 - Drahtdurchmesser
 - Modellierung der Glasfaserrohre
 - Validierung durch Messungen
 - SW-Integration: Matlab soll EZNEC/cocoaNEC steuern
- Vergleich Simulation – Messung sieht OK aus



Dank

- Arpad L. Scholtz OE1SZW
- Philipp K. Gentner DD5GP
- Stephan Scholtz
- Gregor Lasser OE1GLC







Literatur, Referenzen, Web

- [1] www.steppir.com
- [2] ARRL Antenna Book, 22nd Edition, Kapitel 11
- [3] EZNEC, www.eznec.com
- [4] OE1XTU, www.qrz.com/db/oe1xtu/