

Ergänzung zum Beitrag in FA 6/18, S. 525 „Symbiose aus Loop und Up & Outer“

Die Antennenkonstruktion wurde von der Red. FA mit EZNEC+ V6.0.16 untersucht. Die hier vorgestellten Ergebnisse gelten – wie allgemein üblich – unter Freiraumbedingungen, weil nur so ein aussagefähiger Vergleich zu anderen Antennen möglich ist. Bei der Simulation über realem Grund ergeben sich je nach Höhe und Bodenparametern sehr unterschiedliche Verhältnisse, die kaum eine Aussagekraft haben, weil bei jedem Nachbauer andere Verhältnisse herrschen.

Dabei wurde durchweg mit blankem 2-mm-Kupferdraht simuliert. Die Tabelle fasst die Ergebnisse zusammen. Es erfolgte jeweils eine Prüfung der Simulationsergebnisse anhand des AVG-Werts [2], der hier stets weniger als 0,1 dB von Ideal 0 dB abwich. Die Abmessungen gelten nur im Freiraum und sind beim Nachbau ggf. anzupassen.

Simulation zu Bild 2a

Ausgangspunkt ist ein Vertikaldipol, der ohne Kupferverluste erwartungsgemäß 2,14 dBi bei einem Fußpunktwiderstand um 73 Ω liefert (Anlage 1). Beim Abknicken des unteren Dipolastes um 45° nach oben (Bild 4) fällt der Gewinn marginal auf 2,01 dBi (Anlage 2 und 3), die Strahlungskeule weist 5° nach oben und der Fußpunkt-widerstand sinkt etwas ab.

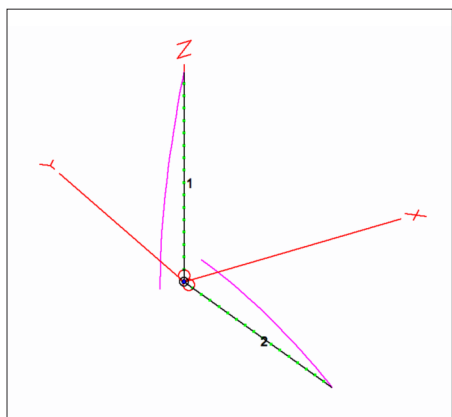


Bild 4: Up & Outer-Antenne 2 × λ/4 mit 45° nach unten geknickten unterem Dipolast; beide Äste führen etwa gleiche Ströme.

Simulation zu Bild 2b

Bildet man nun aus dem oberen, λ/4 langen Dipolast einen nicht ganz geschlossenen Kreisbogen (Bild 5), sinkt der Gewinn auf 1,84 dBi bei verlustloser Rechnung ab (Anlage 4 und 5). Die Strahlungskeule ragt nun 20° nach oben. Der Gewinn in Hauptstrahlrichtung beträgt nur 0,3 dB weniger als beim Vertikaldipol, bezogen auf 0° Elevationswinkel etwa 0,8 dB weniger. Das dürfte in der Praxis nicht zu merken sein und das macht die Idee von DL4KCJ so interessant!

Der Fußpunktwiderstand laut Tabelle 2 hat jedoch in der Praxis kaum eine Aussagekraft, da er durch Bodeneinflüsse verändert wird – je nachdem, wie das Radial gespannt wird. Ein SWV unter $s = 2$ sollte sich aber erzielen lassen. Das Horizontaldiagramm (Anlage 5) lässt nach hinten eine Dämpfung erkennen, die etwa 4 dB stärker ausfällt als bei einer Up & Outer (Anlage 3).

Simulation zu Bild 2c

Bei weiterer Verkleinerung des oberen Dipolastes auf einen Umfang von nur noch λ/8 gerät das Gebilde in der Simulation außer Resonanz. Erst durch Verlängerung des Radials über λ/4 hinaus lässt sich die Resonanz wiederherstellen (Anlage 6 und 7). Der stärkste Strom fließt dann im Radial

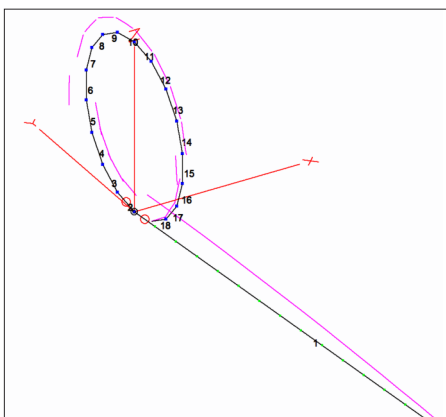


Bild 5: Antenne nach DL4KCJ mit zum offenen λ/4-Ring gebogenem oberem Dipolast und λ/4 langem Radial

(Bild 6). Es handelt sich nun im weiteren Sinne um einen außermittig gespeisten Dipol, wodurch der Speisepunkt-widerstand ansteigt. Aus dem Speisepunkt-widerstand ist dann jedoch kein Rückschluss auf den Strahlungswiderstand mehr möglich.

Die Strahlungskeule zeigt nun 29° nach oben (Anlage 6) und der Gewinn in Hauptstrahlrichtung beträgt nun etwa 2 dBi, bezogen auf 0° Elevationswinkel immer noch etwa 0,7 dBi. Die Rückdämpfung ist nun mit etwa 11 dB recht stark ausgeprägt (Anlage 7).

In der Simulation ist der Einfluss des von DL4KCJ verwendeten Drehkondensators (Bild 2c und 2d im Beitrag) nur äußerst gering. Das kann bereits damit zusammenhängen, dass der Speisepunkt, um die Gültigkeitsbedingung des NEC2-Algorithmus nicht zu verletzen, zur Simulation in das Radial hinein verschoben werden musste (Bild 6). Zudem kann man sich nicht sicher sein, ob der bereits aus den 1970er-Jahren stammende NEC2-Algorithmus die wahren Verhältnisse in dieser ungewöhnlichen Antennenstruktur ausreichend gut abbildet.

Es erscheint plausibel, dass mit dem Drehkondensator eine Feinkorrektur möglich ist, aber im Wesentlichen wird die Frequenzabstimmung wohl durch Längenkorrektur des Radials erfolgen müssen.

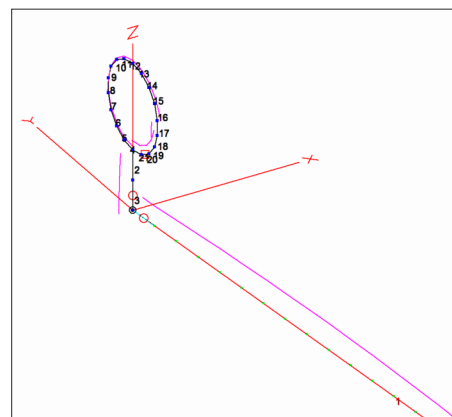


Bild 6: Antenne nach DL4KCJ mit auf λ/8 Umfang verkleinertem Ring und Kondensator sowie auf etwa 3/8 λ verlängertem Radial

Tabelle 2: Simulation Vertikaldipol, Up & Outer sowie DL4KCJ-Varianten unter Freiraumbedingungen

Antenne	Gewinn [dBi]	Elevationswinkel [°]	Azimutwinkel [°]	Bedingungen	Längen [m]	Z [Ω]	AVG [dB]
Vertikaldipol	2,14	0	0	verlustlos	2 × 5,13	72,2	0
Vertikaldipol	2,09	0	0	Cu-Verluste	2 × 5,13	73	–
Up & Outer 45°	2,01	5	78/282	verlustlos	2 × 5,16	64,2	–0,02
Up & Outer 45°	1,95	5	78/282	Cu-Verluste	2 × 5,15	65	–
DL4KCJ-Variante, oben Ring λ/4	1,84	20	301/59	verlustlos	1,82 ∅ + 5,37	32,2	–0,08
DL4KCJ-Variante, oben Ring λ/4	1,72	20	301/59	Cu-Verluste	1,82 ∅ + 5,37	33,1	–
DL4KCJ-Variante, oben Ring λ/8 + Kondensator, Radial verlängert	2,05	29	47/313	verlustlos	0,91 ∅ + 8,4	114	–0,02

■ Bemerkung zu Bild 2d

Da solche Simulationsuntersuchungen sehr zeitaufwendig sind, wurde hier auf eine Simulation der Zweiwindungsschleife verzichtet, zumal kein anderes Ergebnis zu erwarten war, als dass das Radial ebenfalls deutlich länger als $\lambda/4$ ausfallen muss.

Da sich das Radial, wie im Beitrag beschrieben, auch mechanisch kürzer gestalten und elektrisch wieder verlängern lässt, bleibt die Idee von DL4KCJ nach wie vor sehr interessant, auch wenn mit verkürztem Radial der Antennengewinn weiter zurückgehen dürfte.

■ Fazit

Die Simulation zeigte, dass das Umformen des oberen Dipolastes einer Up & Outer-Antenne zum Kreisbogen mit keinem nennenswerten Gewinnverlust verbunden ist.

Bei weiterer Verkürzung des kreisförmigen Anteils lässt sich *in der Simulation* allein durch Hinzufügen eines Kondensators – wie bei einer normalen Magnetic Loop – keine Resonanz herbeiführen. Vielmehr ist eine Verlängerung des Radials nötig, um das System wieder in Resonanz zu bringen. Erst ein praktischer Aufbau könnte hier zu weiteren Erkenntnissen führen.

Da der obere Antennenteil nur eine geringe Höhe beansprucht und sich das Radial auch kürzer ausführen und elektrisch wieder verlängern lässt, kann die Redaktion interessierte Leser, die mit eingeschränkten Platzverhältnissen auskommen müssen, nur ermuntern, mit diesem Antennentyp zu experimentieren.

Gewinneinbußen zu einer Vertikalantenne voller Größe wird man freilich in Kauf nehmen müssen.

Zur Verifikation der tatsächlichen Wirksamkeit der Antenne empfiehlt sich entweder eine Überprüfung in CW im *Reverse Beacon Network* www.reversebeacon.net oder besser noch im Digimode *WSPR* über das *Weak Signal Propagation Reporter Network* www.wsprnet.org. Falls vorhanden, wäre dabei ein WSPRlite-System [3] eine große Hilfe, weil es über das Internet eine automatisierte Auswertung – auch über längere Zeiträume – ermöglicht.

Bitte beachten Sie die Anlagen auf den folgenden Seiten.

Red. FA

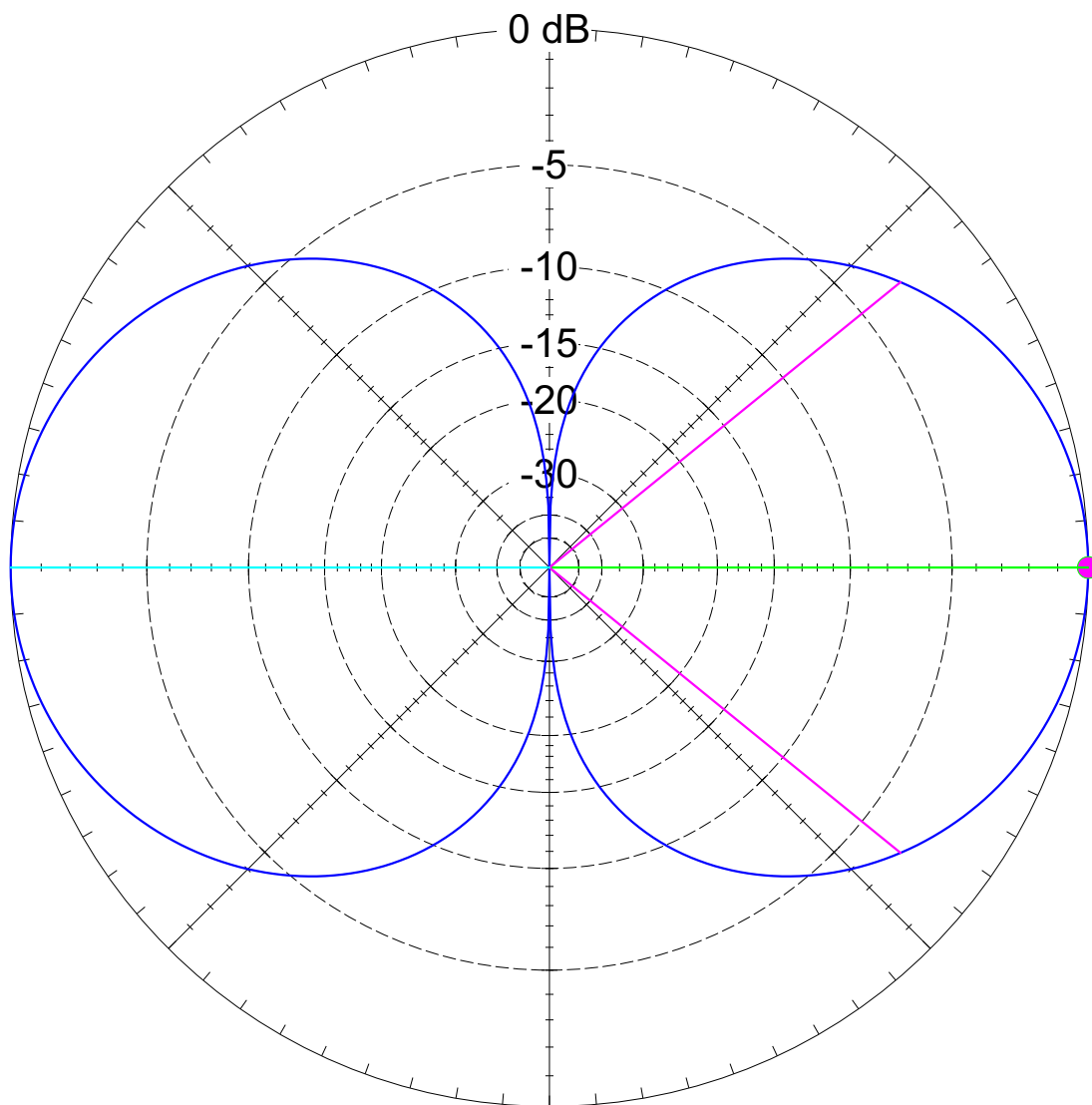
Literatur

- [2] Janzen, G., DF6JS: Rechnet EZNEC immer richtig? FUNKAMATEUR 53 (2004) H. 3, S. 239–241; H. 4, S. 339–341
- [3] Redaktion FA: Antennen vergleichen mit WSPRlite – Wispern mit System. FUNKAMATEUR 66 (2017) H. 6, S. 514–515; s. a. www.sotabeams.co.uk/wsprlite-classic

Anlage 1: Im Freiraum simuliertes vertikales Richtdiagramm eines vertikalen Halbwellendipols

Total Field

EZNEC+



Vertikaldipol Freiraum

14,175 MHz

Elevation Plot
Azimuth Angle 0,0 deg.
Outer Ring 2,14 dBi

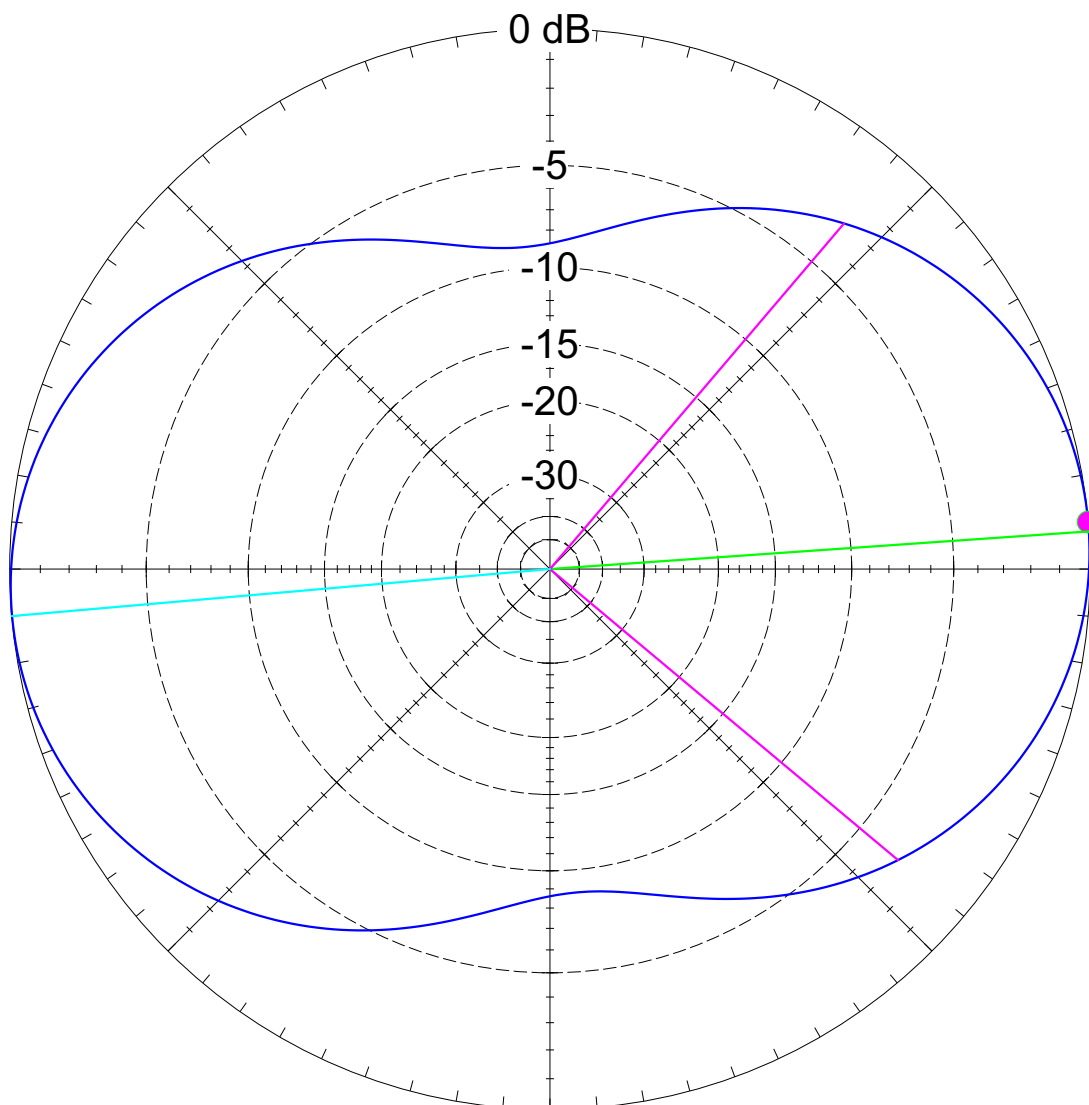
Cursor Elev 0,0 deg.
Gain 2,14 dBi
0,0 dBmax
0,0 dBmax3D

3D Max Gain 2,14 dBi
Slice Max Gain 2,14 dBi @ Elev Angle = 0,0 deg.
Front/Side 99,99 dB
Beamwidth 78,2 deg.; -3dB @ 320,9, 39,1 deg.
Sidelobe Gain 2,14 dBi @ Elev Angle = 180,0 deg.
Front/Sidelobe 0,0 dB

Anlage 2: Im Freiraum simuliertes vertikales Richtdiagramm einer Up & Outer-Antenne mit 45°-Radial

Total Field

EZNEC+



Up&Outer_1Radial45Grad

14,175 MHz

Elevation Plot
Azimuth Angle 78,0 deg.
Outer Ring 2,01 dBi

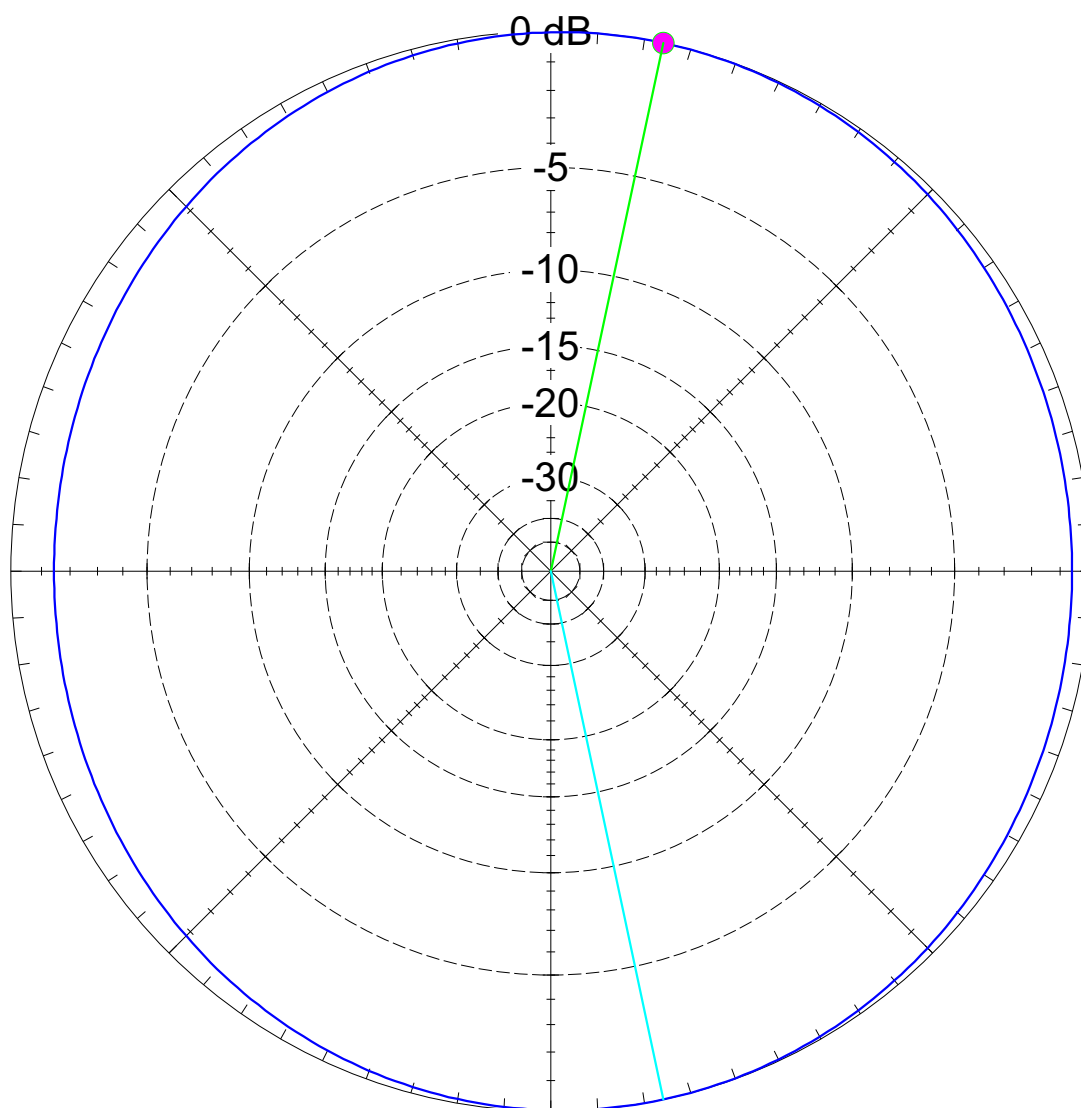
Cursor Elev 5,0 deg.
Gain 2,01 dBi
0,0 dBmax
0,0 dBmax3D

3D Max Gain 2,01 dBi
Slice Max Gain 2,01 dBi @ Elev Angle = 4,0 deg.
Front/Side 8,75 dB
Beamwidth 89,5 deg.; -3dB @ 320,1, 49,6 deg.
Sidelobe Gain 2,0 dBi @ Elev Angle = 185,0 deg.
Front/Sidelobe 0,01 dB

Anlage 3: Im Freiraum simuliertes horizontales Richtdiagramm einer Up & Outer-Antenne mit 45°-Radial

Total Field

EZNEC+



Up&Outer_1Radial45Grad

14,175 MHz

Azimuth Plot
 Elevation Angle 5,0 deg.
 Outer Ring 2,01 dBi

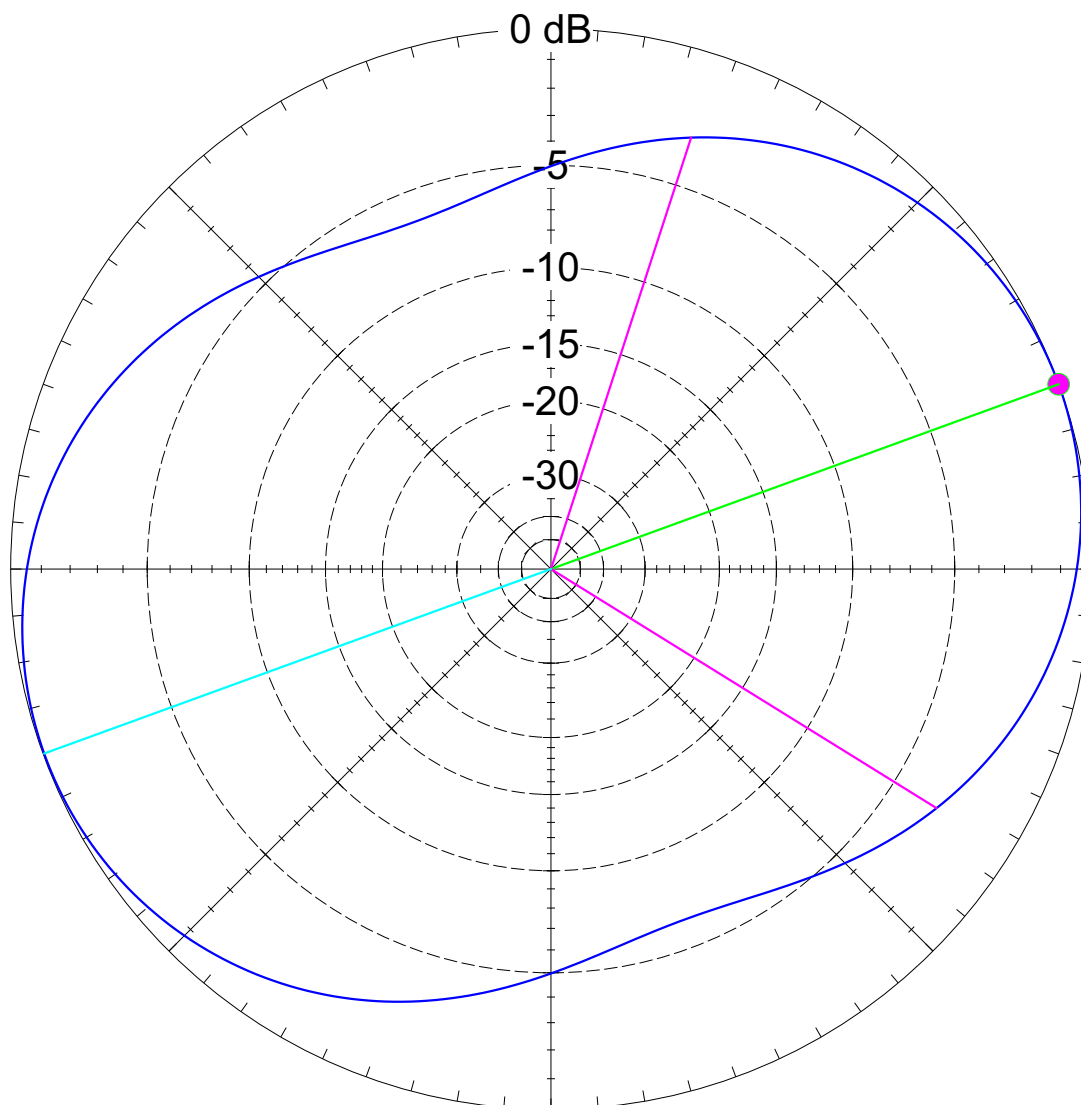
Cursor Az 78,0 deg.
 Gain 2,01 dBi
 0,0 dBmax
 0,0 dBmax3D

3D Max Gain 2,01 dBi
 Slice Max Gain 2,01 dBi @ Az Angle = 78,0 deg.
 Front/Back 0,16 dB
 Beamwidth ?
 Sidelobe Gain 2,01 dBi @ Az Angle = 282,0 deg.
 Front/Sidelobe 0,0 dB

Anlage 4: Im Freiraum simuliertes vertikales Richtdiagramm der Antenne nach DL4KCJ mit $\lambda/4$ -Ring

Total Field

EZNEC+



Up&Outer45Grad1Ring

14,175 MHz

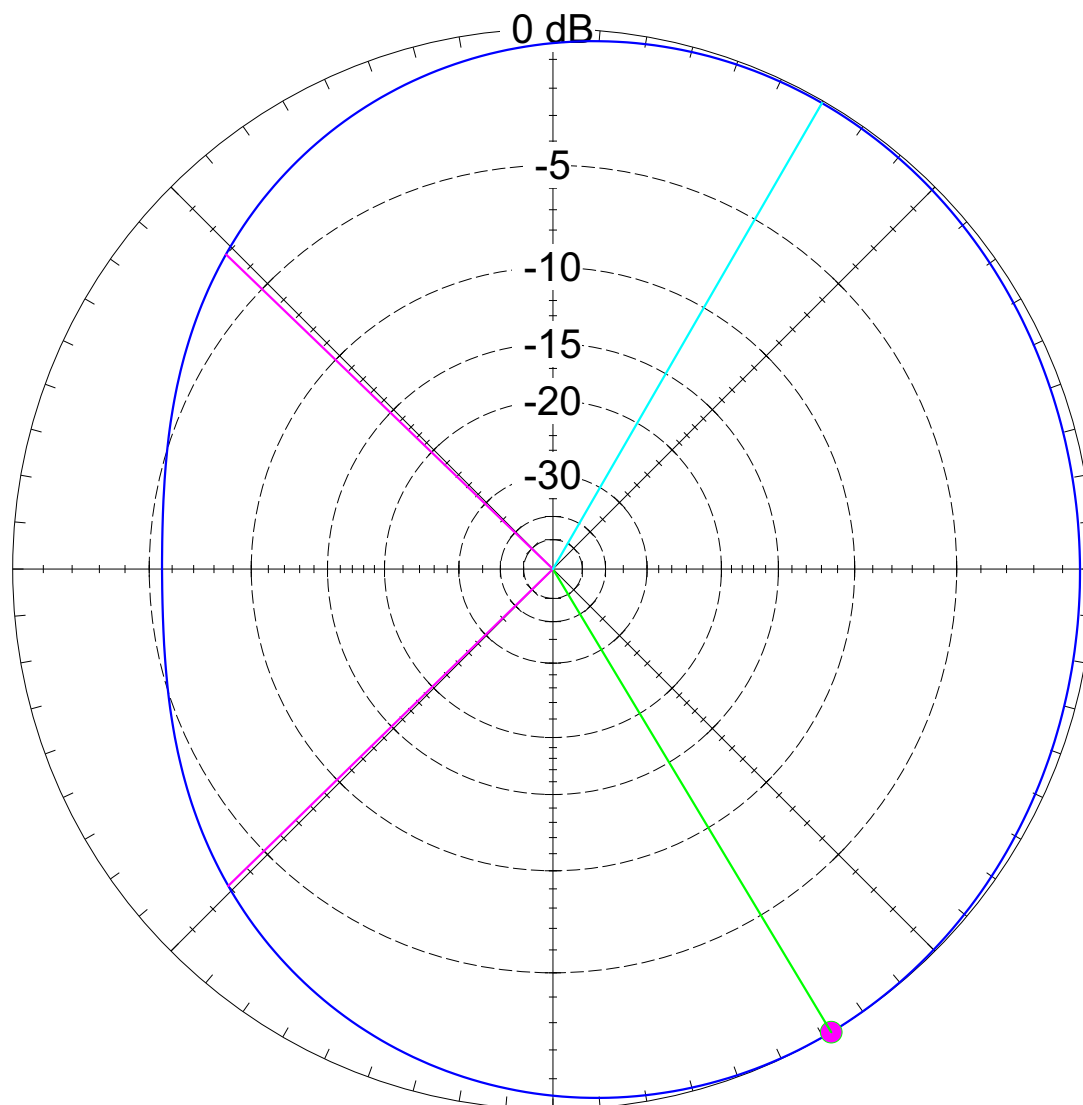
Elevation Plot
Azimuth Angle 301,0 deg.
Outer Ring 1,84 dBi

Cursor Elev 20,0 deg.
Gain 1,84 dBi
0,0 dBmax
0,0 dBmax3D

3D Max Gain 1,84 dBi
Slice Max Gain 1,84 dBi @ Elev Angle = 20,0 deg.
Front/Back 0,03 dB
Beamwidth 103,8 deg.; -3dB @ 328,2, 72,0 deg.
Sidelobe Gain 1,81 dBi @ Elev Angle = 200,0 deg.
Front/Sidelobe 0,03 dB

Anlage 5: Im Freiraum simuliertes horizontales Richtdiagramm der Antenne nach DL4KCJ mit $\lambda/4$ -RingTotal Field

EZNEC+



Up&Outer45Grad1Ring

14,175 MHz

Azimuth Plot

Elevation Angle 20,0 deg.

Outer Ring 1,84 dBi

Cursor Az

301,0 deg.

Gain

1,84 dBi

0,0 dBmax

0,0 dBmax3D

3D Max Gain 1,84 dBi

Slice Max Gain 1,84 dBi @ Az Angle = 301,0 deg.

Front/Back 1,91 dB

Beamwidth 271,8 deg.; -3dB @ 224,3, 136,1 deg.

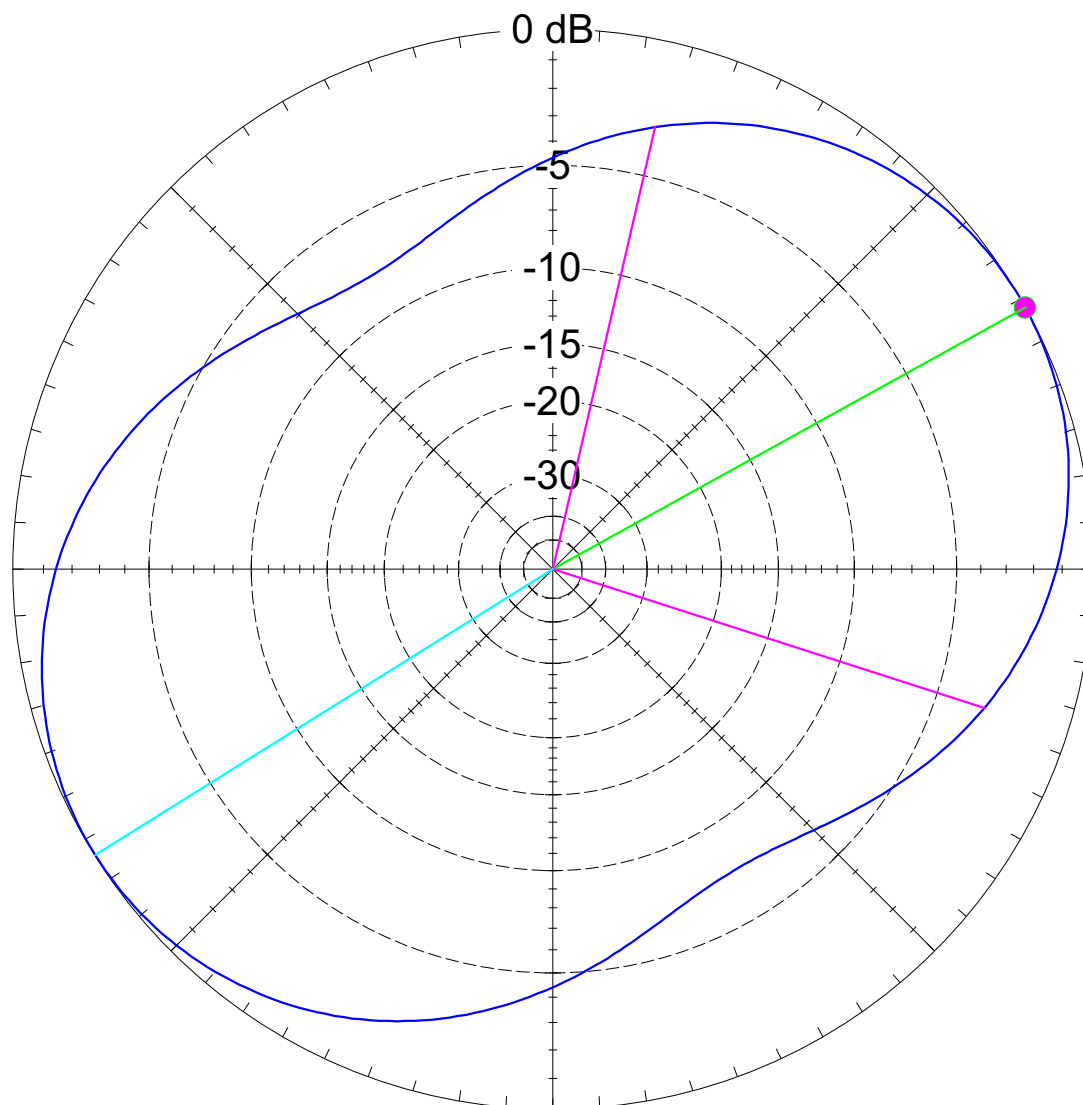
Sidelobe Gain 1,77 dBi @ Az Angle = 60,0 deg.

Front/Sidelobe 0,07 dB

Anlage 6: Im Freiraum simuliertes vertikales Richtdiagramm der Antenne nach DL4KCJ mit $\lambda/8$ -Ring, C = 100 pF und verlängertem Radial

Total Field

EZNEC+



Up&Outer45Grad1KIRingLgRad

14,175 MHz

Elevation Plot
Azimuth Angle 47,0 deg.
Outer Ring 2,06 dBi

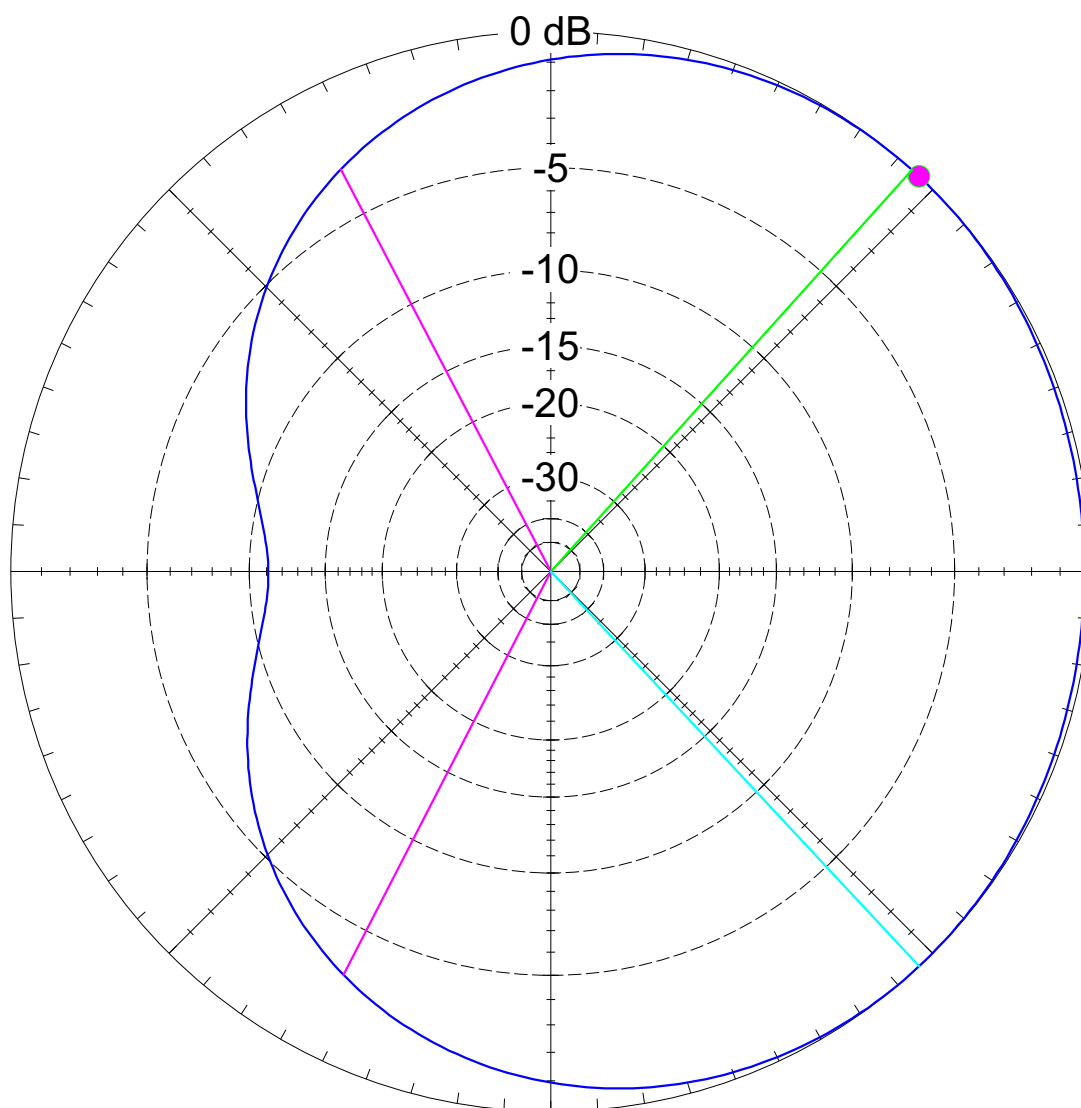
Cursor Elev 29,0 deg.
Gain 2,06 dBi
0,0 dBmax
0,0 dBmax3D

3D Max Gain 2,06 dBi
Slice Max Gain 2,06 dBi @ Elev Angle = 29,0 deg.
Front/Back 0,03 dB
Beamwidth 94,8 deg.; -3dB @ 342,2, 77,0 deg.
Sidelobe Gain 2,04 dBi @ Elev Angle = 212,0 deg.
Front/Sidelobe 0,02 dB

Anlage 7: Im Freiraum simuliertes horizontales Richtdiagramm der Antenne nach DL4KCJ mit $\lambda/8$ -Ring, C = 100 pF und verlängertem Radial

Total Field

EZNEC+



Up&Outer45Grad1KIRingLgRad

14,175 MHz

Azimuth Plot

Elevation Angle 29,0 deg.

Outer Ring 2,06 dBi

Cursor Az

47,0 deg.

Gain

2,06 dBi

0,0 dBmax

0,0 dBmax3D

3D Max Gain 2,06 dBi

Slice Max Gain 2,06 dBi @ Az Angle = 48,0 deg.

Front/Back 4,73 dB

Beamwidth 234,8 deg.; -3dB @ 242,8, 117,6 deg.

Sidelobe Gain 2,05 dBi @ Az Angle = 313,0 deg.

Front/Sidelobe 0,01 dB