Aktive HF Antennen

E-Feld Antennen zur Rauschmessung (konform zu ITU-R P.372-15) und als gute Empfangsantenne

siehe auch cqDL 3/2017, 2/2018, 6/2020

H-Feld Antennen zum Empfang, Störer Peilung und Störausblendung

siehe auch Funkamateur 1/2015, cqDL 8/2019

Alle Themen siehe auch im Buch „Aktive Empfangsantennen“, Jörg Logemann, ISBN 978-3-7575-7115-3

© DARC e.V.

1. E-Feldantenne

Bei einer gegebenen Feldstärke, entsteht an jedem Draht abhängig von seiner Länge eine Spannung.

Hier betrachten wir einen Monopol auf dem Erdboden mit Erdnetz.

Ist er $\lambda/4$ lang, nimmt er ~0,64 mal seiner Länge in m mal der Feldstärke in µV/m auf.

© DARC e.V.

Grundlagen „Nutzhöhe“

Man spricht hier von effektiver Höhe oder Nutzhöhe.

Bei $\lambda/4$ gilt:

h_N = Nutzhöhe in m, l = Antennenlänge in m, λ = Wellenlänge in m, E = Feldst. In V/m

$$h_N = \frac{2 \bullet l}{\pi} \qquad h_N = \frac{\lambda}{2 \bullet \pi}$$

Antennenspannung (EMK):

$$u = E \bullet h_N = \frac{E \bullet \lambda}{2 \bullet \pi}$$

© DARC e.V.

Grundlagen „Nutzhöhe“

Bei kurzen Monopolen (<< $\lambda/4$ auf Boden mit Radialnetz) mit der Strahlerlänge h_S gilt für die Nutzhöhe h_N:

$$h_N = \frac{1}{2} h_S$$

die wirksame Antennenhöhe (Nutzhöhe) ist gleich der halben mechanischen Höhe.

Somit gilt: bei einer Feldstärke von 1 µV/m entsteht am 1 m-Strahler eine EMK von 0,5 µV

Grundlagen „Nutzhöhe“

© DARC e.V.

Wird, wie im vorliegenden Fall, eine solche Antenne mit einem kleinen Mast oder Tragrohr der Länge h_M betrieben, gilt:

$$h_N = \frac{1}{2} h_S + h_M$$

Bei jeweils 1 m Länge beträgt h_N also 1,5 m, bei 1 µV/m entstehen also 1,5 µV EMK am Strahler, also das 3fache oder +9,5dB vor dem rauschenden Verstärker, gegenüber Strahler ohne Mast

Grundlagen „Nutzhöhe“

© DARC e.V.

Dreiecksförmiger Strombelag auf Strahler

Nahezu linearer Strombelag auf Standrohr

Grundlagen „Nutzhöhe“

© DARC e.V.

Montage auf Mast oder Hausdach

© DARC e.V.

Auswirkung der Masthöhe auf die Nutzhöhe

(nach Diekmann & Klapper, heute AAS)

Maximal zulässige Masthöhe:

$$h_M / \lambda \leq 0{,}15$$

(für höchste Frequenz!)

bei h_M = 1m ist 50MHz die Grenze, 30MHz noch auf der sicheren Seite

Nutzhöhe auf Mast

© DARC e.V.

Bei einer $\lambda/4$ langen Antenne beträgt der Strahlungswiderstand ca. 36Ω (real). Bei idealem Erdnetz ist dies der Fußpunktwiderstand Za.

Bei $\lambda/20$ beträgt Za ca. 1Ω (real), bei $\lambda/200$ beträgt Za ca. 10mΩ (real).

Für aktive Antenne mit sehr kurzem Strahler gilt:

Realteil: wird vernachlässigt

Imaginärteil: 10pF/m Länge (dünner Draht 1...3mm, Länge << $\lambda/4$)

Grundlagen Fußpunktimpedanz

© DARC e.V.

Messung der Verstärkung der aktiven Antenne mit Ersatzimpedanz des Strahlers

Messung der Verstärkung

© DARC e.V.

Simulation Einfügungsverstärkung (SPICE)

© DARC e.V.

Schaltbilder einfacher aktiver Antennen

DL2NI, Jörg Logemann, Februar 2024

© DARC e.V.

Circuit diagram of the *pa0rdt-Mini-Whip*.

Power Feed Unit circuit diagram.

Gesamtlänge 12cm, Strahler ca. 7cm. Nutzhöhe: 7cm/2 + Kabellänge bis Erdpunkt!

Beispiel: Mini Whip Antenne

© DARC e.V.

Zur geringen Strahlerlänge kommt die wirksame Länge des Koaxkabels bis zum Erdpunkt hinzu!

Beispiel: Mini Whip Antenne

© DARC e.V.

Schaltbild einer aktiven Antenne mit OP

DL2NI, Jörg Logemann, Februar 2024

© DARC e.V.

Verstärker im wasserdichten Gehäuse

© DARC e.V.

Aktive Antenne mit 1m Strahler und 1m Stativ sowie 8 Radials je 2.5m, Standkreuz 2 x 1m

Mess- u. Empfangsantenne

© DARC e.V.

Die Antenne weist folgende Daten auf:

Verstärkung mit Nachbildung	V = -3.5dB
1dB Kompressionspunkt (Ausg.)	P1dB = +11dBm
Intermodulation (am Ausgang)	OPIP2 = +56dBm
(2 x 0dBm, df = 1MHz)	OPIP3 = ≥+35dBm
Stromaufnahme bei U=15V	I = 33mA
Empfindlichkeitsgrenze	E = -48dBµV/m @
	b = 1Hz & 0dB S/N

Es gibt etliche Varianten mit versch. Empfindlichkeiten u. Großsignaleigenschaften sowie für versch. Betriebsspannungen und Frequenzen bis in den ELF-Bereich.

Technische Daten der Antenne

© DARC e.V.

$$h_N = (\tfrac{1}{2}\, h_S + h_M) \bullet v$$ (siehe folien 7 u. 8)

$$u = E \bullet h_N = E \bullet (\tfrac{1}{2}\, h_S + h_M) \bullet v$$

u = Spannung In V, E = Feldstärke in V/m, v = Verstärkungsfaktor

h_N = Nutzhöhe in m, h_S = Strahlerhöhe in m, h_M = Masthöhe in m

$$E = \frac{u}{(\tfrac{1}{2} \bullet h_S + h_M) \bullet v}$$

Messen mit der Antenne

© DARC e.V.

ITU verwendet kurzen verlustfrei angepassten Monopol auf idealem Boden.

Hier ist die Ausgangsspannung bei konstanter Feldstärke und konstanter relativer Länge frequenzabhängig!

Bei unserer aktiven Antenne (E-Feldsonde) ist die Ausgangsspannung bei konstanter Feldstärke frequenzunabhängig!

Es ist daher eine Korrekturrechnung erforderlich!

Umrechnung E-Feldsonde in kurzen Monopol

© DARC e.V.

$$korr = 20 * \log\left(\frac{1}{\sqrt{\frac{480 * \pi^2}{50 * \lambda^2}}}\right)$$

Es sind: korr = Korrekturwert in dB, 50 ist die Systemimpedanz in Ohm, λ ist die Wellenlänge in m.

Berechnung der Korrektur

© DARC e.V.

$$korr = 20 * \log \left(\frac{30{,}8}{f} \right)$$

Es sind: korr = Korrekturwert in dB, f = Frequenz in MHz

Dieser Korrekturwert in dB ist zum gemessenen Pegelwert an der aktiven Antenne (in dBm oder dBµV) zu addieren. So erhält man den Pegelwert, wie er an einer kurzen, verlustfrei angepassten Monopolantenne auf idealem Boden herrschen würde!

Vereinfachte Rechnung

© DARC e.V.

Formel zur Berechnung des ITU-Rauschmaßes

$$F = P_n - 10 * \log(B_{bin}) + K_{RMS} + K_{Ant} + 20 * \log\left(\frac{1}{\sqrt{\frac{480 * \pi^2}{50 * \lambda^2}}}\right) - (-174)$$

P_n	=	Rauschflor in Spektrumanzeige des RX in dBm
B_{bin}	=	Bin-Bandbreite in Hz
K_{RMS}	=	Rauschkorrektur RX in dB (Bewertung von Rauschen, RMS? Peak?)
K_{ANT}	=	K-Faktor Antenne in dB
π	=	3.14159265…
λ	=	Wellenlänge in m

Berechnung des Rauschmaßes nach ITU

© DARC e.V.

Formel ITU-Rauschmaß vereinfacht

$$F = P_n - 10 * \log(B_{bin}) + K_{RMS} + K_{Ant} + 20 * \log\left(\frac{30{,}8}{f}\right) + 174$$

F	=	Rauschmaß in dB
P_n	=	Rauschflor in Spektrumanzeige des RX in dBm bei B_{bin}
B_{bin}	=	Bin-Bandbreite in Hz
K_{RMS}	=	Rauschkorrektur RX in dB (Bewertung von Rauschen, RMS? Peak?)
K_{ANT}	=	K-Faktor Antenne in dB
f	=	Frequenz in MHz

© DARC e.V.

Berechnung des Rauschmaßes nach ITU

Was rauscht im Verstärker?

- Eingangs-FET mit ca. 1nV/√Hz
- OP mit ca. 1nV/√Hz
- Gegenkopplungswiderstände (gering)
- Eingangsableitwiderstand ca. 5MΩ mit 288nV/√Hz bei 5MΩ! (400 nV/√Hz bei 10 MΩ)

Durch die kapazitive Belastung des Widerstandes mit Verstärkereingangskapazität und Strahlerkapazität reduziert sich das Rauschen zu nachfolgender Kurve:

Eigenrauschen der Antenne

© DARC e.V.

Eigenrauschen der Antenne

© DARC e.V.

ITU-Kurven für „man-made noise“ basierend auf einem kurzen verlustfrei angepassten Vertikalstrahler auf idealem Erdnetz

ITU Kurven

© DARC e.V.

Min. erkennbares Rauschen nach ITU (ohne RX)

© DARC e.V.

Grenzempfindlichkeit nach ITU (ohne RX)

© DARC e.V.

Gibt es einen Einfluss durch unterschiedliche Böden?

Ground type	Heff @1 MHZ	Heff @ 5 MHz	Heff @ 25 MHz
G = 0.001S/m, ε_r = 10	346mV @ 245mV/m Heff = 1.41m	272mV @ 197mV/m Heff = 1.38m	305mV @ 194mV/m Heff = 1.57m
G = 0.005S/m, ε_r = 13	441mV @ 307mV/m, Heff = 1.44m	321mV @ 228mV/m Heff = 1.41m	318mV @ 202mV/m Heff = 1.57m
G = 0.005S/m, ε_r = 30	436mV @ 303mV/m Heff = 1.44m	345mV @ 242mV/m Heff = 1.43m	376mV @ 232mV/m Heff = 1.62m

Verwendete Böden:
Trockener Sandboden, „Durchschnittsboden“, sehr feuchter Boden

Ergebnis:

Mittlere Nutzhöhe	Hn = 1.5m
Abweichung	± 0.12m
Abweichung U_{nutz} in dB	± 0.7dB

© DARC e.V.

Antenne auf verschiedenen Böden (NEC5)

An der Antarktisstation Neumayer III befinden sich z.Zt. 2 aktive E-Feld Stabantennen

Portable ENAMS-Station für Störungssuche

aktive Antenne am SPUSO-Shelter zum Messen von Rauschen

DL2NI, Jörg Logemann, Februar 2024

© DARC e.V.

Aktive Antenne an der Neumayer III Station

Deutscher Amateur-Radio-Club e.V.
Bundesverband für Amateurfunk in Deutschland

An der Antarktisstation Neumayer III befinden sich z.Zt. 2 aktive E-Feld Stabantennen

Test im eigenen Garten

Klimatest bei -60°C

Innenaufbau

Aktive Antenne an der Neumayer III Station

DL2NI, Jörg Logemann, Februar 2024

© DARC e.V.

2. E-Feld Dipol

Eine hervorragende Empfangsantenne für Flach- und Steilstrahlung, weniger für Messzwecke geeignet

© DARC e.V.

Da die Ausgangsspannung des Dipols bei gegebener Feldstärke stark von der Höhe über Grund abhängt, ist eine Kalibrierung sehr erschwert. Auch gehen die Bodeneigenschaften stärker in die Messung ein. Daher ist eine vertikale auf dem Boden stehende Antenne zum Messen von Feldstärken sinnvoller. Dies ist messbar/simulierbar über den „Average Gain“

Einfluß des Bodens beim Hor.Dipol, AVG gain

© DARC e.V.

Hemisphäre

Einfluß des Bodens beim Hor.Dipol, AVG gain

DL2NI, Jörg Logemann, Februar 2024

© DARC e.V.

Der <u>average gain</u> ist das Verhältnis zwischen der in die Antenne gegebenen Leistung zu der in der Hemisphäre abgestrahlten Leistung. Der Antennengewinn spielt hier keine Rolle, sondern überwiegend die Erd- und Cu-Verluste! Der <u>avg gain</u> ist reziprok auch für reine Empfangsantennen anwendbar. Er wird besonders gering, wenn eine Antenne parallel zum Erdboden (horizontaler Dipol) in geringer Höhe aufgebaut wird.

Einfluß des Bodens beim Hor.Dipol, AVG gain

© DARC e.V.

Bodeneinfluss horizontaler Dipol (NEC5, LLNL)

© DARC e.V.

Dennoch gibt es Anwendungen für den horizontalen Dipol:

Im Gegensatz zum Vertikalstrahler nimmt der horizontale Dipol je nach Aufbauhöhe auch steil einfallende Wellenfronten auf, Stichwort NVIS. Im Entfernungsbereich bis 500km liefert der Dipol nicht selten bis zu 20dB stärkere Empfangssignale als die aktive Vertikalantenne. Im VLF/ELF-Bereich gibt es keine horizontale Polarisation, daher sinnvoll erst ab ca. 500kHz (Polarisationsdrehung)

© DARC e.V.

Anwendung des horizontalen Dipols

Deutscher Amateur-Radio-Club e.V.
Bundesverband für Amateurfunk in Deutschland

<u>Fazit:</u> eine gute Empfangsantenne, weniger zum Messen geeignet. Kompakte Größe von z.B. 2 x 1m … 2 x 2m bei gleichzeitig sehr großem Frequenzbereich:
Theoretisch bis 10kHz und tiefer, da jedoch die Polarisation auf VLF sehr „rein“ ohne Drehung übertragen wird und es in diesem Frequenzbereich nur vertikale Polarisation (Sendeantennen) gibt, sinnvoller Einsatz erst ab >500kHz. Diesen Nachteil könnte man jedoch durch vertikales Aufstellen des Dipols und Verzicht auf NVIS vermeiden, evtl. schwenkbarer Aufbau des Dipols.

© DARC e.V.

Anwendung des horizontalen Dipols

3. Magnetische Loopantennen

- Wie verhält sich die Loop verglichen mit einer E-Feldantenne?
- Bodenabhängigkeit des k-Faktors ist vorhanden, jedoch weniger als beim Dipol
- Bei nicht abgestimmten Loops besteht geringere Empfindlichkeit

© DARC e.V.

Eine (Magnet)schleifenantenne kann betrieben werden im:

- Offenen Betrieb mit hochohmigem Verstärker
- Offenen abgestimmten Betrieb mit hochohmigem Verst.
- Im Kurzschlussbetrieb mit niederohmigem (0Ω) Verst.
- Im abgestimmten Kurzschluss (max.Empfindlichkeit!)
- Im abgeschlossenen Betrieb als „Beverage Loop“
- Im angepassten Betrieb zum Senden und Empfangen

Der letzte Fall soll hier nicht behandelt werden

© DARC e.V.

Die theoretischen Grundlagen und Eigenschaften der Loop:

Für die Anwendung als Empfangsantenne wird der Strahlungswiderstand vernachlässigt, da er im Bereich von µΩ…mΩ liegt. Dieser wird nur im Sendebetrieb (mühsam) auf 50Ω angepasst.

© DARC e.V.

Berechnung der Induktivität (nach ARRL):

für quadratische Rahmen:

$$L = 0.008 \cdot N^2 \cdot s \cdot \left[\frac{\ln\left(\sqrt{2} \cdot s \cdot N\right)}{(N+1) \cdot \ell} + 0.37942 + \frac{0.3333 \cdot (N+1) \cdot \ell}{s \cdot N} \right]$$

Hier sind
N Anzahl der Windungen
s Kantenlänge der Loop in cm
ℓ Länge der Spule in cm (bei einer Windung: Draht- bzw. Rohrstärke)
ln natürlicher Logarithmus
L Induktivität in µH

© DARC e.V.

Für runde Rahmen nach Prof. Lindenmeier:

$$L = 0.2 \cdot \pi \cdot D \cdot \left(\ln\left(\pi \cdot \frac{D}{d} \right) - 1.07 \right)$$

Hier sind

D	Rahmendurchmesser in m
d	Rahmendicke (Rohrdurchmesser) in m
L	Induktivität in µH
π	3.141592654...

© DARC e.V.

Aktive Antennen: empfangen, peilen, Störunterdrückung

Als weiterer wichtiger Parameter muss natürlich die Antennenspannung (EMK) bei gegebener Feldstärke berechnet werden.

$$U = \frac{2 \cdot \pi \cdot A \cdot N \cdot E}{\lambda} \qquad U = \frac{2 \cdot \pi \cdot A \cdot N \cdot E \cdot f}{299.8}$$

Hier sind:

U	Spannung in V [EMK]
A	Fläche der Loop in m²
N	Anzahl der Windungen
E	Feldstärke in V/m
f	Frequenz in MHz
λ	Wellenlänge in m
π	3.141592654...

© DARC e.V.

Aktive Antennen: empfangen, peilen, Störunterdrückung

Das Diagramm der Magnetic Loop ist ein Toroid, weist also 2 Nullstellen auf (Ausnahme: Beverage Loop)

© DARC e.V.

Abgestimmter Leerlaufbetrieb mit hochohmigem Verstärker und variabler Kapazität. Dies ist nicht die optimale Lösung, da hochohmige Verstärker bedingt durch das Widerstandsrauschen ein sehr hohes Rauschmaß bekommen!

© DARC e.V.

Aktive Antennen: empfangen, peilen, Störunterdrückung

Leerlaufbetrieb mit hochohmigem Verstärker (und variabler Kapazität) Anstieg mit 6dB/Okt

© DARC e.V.

Der Kurzschlussbetrieb:

$$U = \frac{2 \cdot \pi \cdot A \cdot N \cdot E \cdot f}{299.8}$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

$$I = \frac{2 \cdot \pi \cdot A \cdot N \cdot E \cdot f}{299.8 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L} \quad \rightarrow \quad I = \frac{A \cdot N \cdot E}{299.8 \cdot L}$$

Der Strom ist nicht mehr frequenzabhängig!
Das gilt aber nur für „echte“ Kurzschlüsse!

© DARC e.V.

Der Kurzschlussbetrieb:

$$I = \frac{A \cdot N \cdot E}{299.8 \cdot L}$$

Der Strom ist von der Induktivität abhängig!
Daher: möglichst kleine Induktivität!

Verwendung möglichst „dicker“ oder mehrfacher Drähte und nur 1 Windung!!

© DARC e.V.

Kurzschlussbetrieb mit Transformator

$U = R\mathbf{t} \cdot I$

Rt ist hinein transformierter Widerstand

$\boldsymbol{Uout} = \boldsymbol{U} \cdot Ü$

Ü = Übersetzungsverhältnis, Hier: Uout = U · 3, Rt=5.6Ω

© DARC e.V.

Aktive Antennen: empfangen, peilen, Störunterdrückung

Blindwiderstand einer 64cm Schleife mit einer Breite von 2.5cm mit L=1.3µH

© DARC e.V.

Loopverhalten bei verschiedenen Trafos

DL2NI, Jörg Logemann, Februar 2024

© DARC e.V.

Quasi-Kurzschluss-betrieb mit Verstärker in Basisschaltung (Prinzip)

© DARC e.V.

Kurzschluss-betrieb mit Transimpedanz-verstärker, Beispiele

© DARC e.V.

Kurzschlussbetrieb mit Transimpedanzverstärker, komplette Schaltung

© DARC e.V.

Die Beispiele zeigen, dass der maximal entnehmbare Antennenstrom durch den Blindwiderstand der Antenne (Induktivität) begrenzt wird! Diese durch „dicke“ Leiter zu reduzieren, ist ein Weg. Den Blindwiderstand durch ein Serien-C zu kompensieren, ist der perfektere Weg. Der Strom wird dann nur noch durch die Verlustwiderstände begrenzt. Aber nie durch ein Parallel-C, sondern immer durch **Serienresonanz** kompensieren! (wird immer falsch gemacht!) Die Parallelresonanz erfordert hochohmige Verstärker und die rauschen (siehe oben bei E-Feld Antennen. **Nachteil:** man muss bei Frequenzwechsel immer nachstimmen, schmalbandiger Betrieb!

© DARC e.V.

Dies ist ein „echter“ Kurzschlussbetrieb mit serien kompensierter Induktivität der Loop. Der Trafo kann auf die Verluste anpassen, da wir hier nicht senden sondern „nur“ empfangen wollen. Man kann hier ohne Verstärker auskommen, jedoch wäre ein Rauschmaß RX von ≤2dB optimal, also ggf. doch mit Verstärker.

© DARC e.V.

Aktive Antennen: empfangen, peilen, Störunterdrückung

Als Verstärker eignen sich sehr gut die preiswerten Verstärker aus China, die man bei Ebay für ca. 25€ …30€ beziehen kann.

(RF Amplifier 50K-2GHZ Low Noise 31dB)

© DARC e.V.

Geschirmte Loop oder besser nicht?

Magnetschleifenantennen sollen nur für das H-Feld empfindlich sein und das E-Feld unterdrücken.
Eine Schirmung erreicht dies.
Nehmen sie auch ein E-Feld auf, „verschmieren“ die Nullstellen, sie werden aufgefüllt.

© DARC e.V.

Beispiel einer geschirmten Loopantenne mit Koaxkabel (EMI-Loop)

© DARC e.V.

Beispiel einer geschirmten Loopantenne mit Koaxkabel

Der Schirm muss unterbrochen sein, meist gegenüber der Einspeisung

Ein 50Ω-Kabel hat ~100pF/m Kapazitätsbelag

© DARC e.V.

Beispiel einer geschirmten Loopantenne von Fa. Schwarzbeck

© DARC e.V.

Es geht auch ohne Schirmung:
Aufbau streng symmetrisch und/oder mit BalUn, oder Zwangssymmetrierung durch Mittenerdung, Speisung oben.
Rechts kommerzielle Ausführung (Telefunken)

© DARC e.V.

Bodeneinfluss 1m * 1m quad. Loop, NEC5 LLNL

© DARC e.V.

4. Die Beverage Loop

Am 10.12.1938 meldete Harold H. Beverage ein Patent für eine Schleifenantenne an, die sowohl ein E-Feld als auch ein H-Feld empfangen kann und nur eine Nullstelle aufweist! Sie ist auch als Huygens‘scher Erreger bekannt. In der Zeichnung ist ein Fehler: es muss heißen D<λ/2 ! Im Text ist es richtig…

© DARC e.V.

Aktive Antennen: empfangen, peilen, Störunterdrückung

Öffnet man eine Schleife gegenüber der Speisung, erhält man einen Dipol, schließt man sie, eine magnetic Loop.

© DARC e.V.

Schließt man an den Spalt einen Widerstand entsprechend dem Wellenwiderstand des Schleifenleiters an und speist die Antenne mit diesem Widerstand als Quellwiderstand, erhält man die Beverage Loop.

© DARC e.V.

Aktive Antennen: empfangen, peilen, Störunterdrückung

Bei korrekter Dimensionierung heben sich die E-Feld und die H-Feld Spannung phasenbedingt in einer Richtung auf (Nullstelle) und addieren sich in der gegengesetzten Richtung (Maximum).

© DARC e.V.

Aktive Antennen: empfangen, peilen, Störunterdrückung

Deutscher Amateur-Radio-Club e.V.
Bundesverband für Amateurfunk in Deutschland

Simulation mit 4NEC2

© DARC e.V.

Aktive Antennen: empfangen, peilen, Störunterdrückung

Komerzielle Ausführung, HE400 von Rohde & Schwarz, wird für EMV-Messungen verwendet

© DARC e.V.

Vergleich Kurzschlussloop mit Beverage Loop

© DARC e.V.

Aktive Antennen: empfangen, peilen, Störunterdrückung

32cm mag.Loop, 32cm und 1m Beverage Loop

DL2NI, Jörg Logemann, Februar 2024

© DARC e.V.

Was kann man mit diesen Loop-Antennen erreichen?

Verwendete Verstärkung:
Leerlauf 30dB
Beverage 30dB
Transimp. 1kΩ
„Kurzschluss“
1:3 und 30dB

© DARC e.V.

Aktive Antennen: empfangen, peilen, Störunterdrückung

Grenzempfindlichkeit für 64cm Kurzschlussloop, Leerlaufloop, Transimp. und Beverage Loop, E-Feld-Antenne als Referenz

Angabe in Rauschmaß (dB) V=30dB/30dB/1.5kΩfür short/beva/trans/open

© DARC e.V.

Aktive Antennen: empfangen, peilen, Störunterdrückung

Deutscher Amateur-Radio-Club e.V.
Bundesverband für Amateurfunk in Deutschland

Rauschmaß für 1m Loop im Leerlauf (10kΩ)

Angabe in Rauschmaß (dB)

Bei tiefen Frequenzen belastet der niedrige induktive Widerstand der Loop die „Rauschquelle hoher Eingangswiderstand“ (weniger Rauschen), bei hohen Frequenzen wird der Blindwider-stand hochohmig (viel Rauschen)

© DARC e.V.

Rauschmaß für 1m Loop in Serienresonanz u. Kurzschl.

Angabe in Rauschmaß (dB)

Bei tiefen Frequenzen hohe Verluste „Strahlungswiderstand zu Verlusten“ und kleiner Nutzstrom, bei hohen Frequenzen weniger Verluste und mehr Nutzstrom

© DARC e.V.

Aktive Antennen: empfangen, peilen, Störunterdrückung

Rauschmaß für 1m Loop in Serienresonanz u. Kurzschl. und E-Feld Stabantenne
Rot = E-Feld Antenne
Blau = 1m Loop

U < 0.15λ bedeutet 14 MHz als obere Grenzfrequenz

Angabe in Rauschmaß (dB)

© DARC e.V.

Zusammenfassung: Welche Loop ist die beste?

Bezeichnung	Vorteil	Nachteil
Open Loop mit/ohne Parallelabstimm. (Leerlauf)	Bei hohen Frequ. hohe Ausgangsspg.	+6dB/Okt.Frequenzgang hochohmig, Rauschen!
Kurzschlussloop (Trafo, Amp)	Ab „Knickpunkt“ linearer Frequenzgang	Geringere Empfindlichkeit
Kurzschlussloop mit Serienkompensation + Amp	Höchste Empfindlichkeit von allen Loops	Auf Max. nachstimmen! +6dB/Okt.Frequenzgang
Transimpedanzloop	Breitbandigste Variante	Zusatzrauschen durch OP
Beverage Loop	Nur eine Nullstelle, eindeutiges Peilen	Geringste Empfindlichkeit von allen Loops

© DARC e.V.

5. Zusammenfassung

Von den hier betrachteten aktiven Empfangsantennen ist die vertikale E-Feld-Antenne sowohl für Messungen, aber auch als empfindliche Empfangsantenne geeignet. Horizontale aktive Dipole sowie Loop-Antennen sind ebenfalls hervorragende Empfangs-antennen und oft großen Dipolen überlegen, weil sie an störarmen Standorten aufgestellt und auf Störminimum ausgerichtet werden können. Aktive Dipole sind jedoch im Gegensatz zu nicht resonanten Loops für kalibrierte Messungen weniger geeignet.

© DARC e.V.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit! Noch Fragen?

© DARC e.V.