

# NVIS-Ausbreitung und NVIS-Antennen

Ein unverzichtbares Mittel für Notfunk-Einsatz

Präsentiert auf dem Notfunk-Fieldday im Rhein-Siegkreis (r)

Sankt Augustin den 24. September 2022

Gerald Schuler / DL3KGS

Notfunk-Beauftragter  
des OV G25 - Siebengebirge

Vers. 1.0

# Was ist NVIS Ausbreitung?

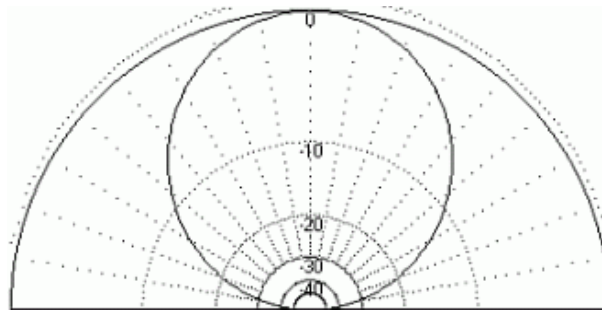
NVIS ist eine besondere Form der Kurzwellen-Ausbreitung über die Ionosphäre

- NVIS = Near Vertical Insident Skywave -> **Steilstrahlung**
- Die F-Schichten in 200-400km Höhe reflektieren \*1) die Funksignale zurück zur Erde (Sky Wave Communications)
- NVIS kann die Kommunikation aus tiefen Tälern oder aus bergigem Gebiet ermöglichen
- **NVIS verwendet horizontal polarisierte, niedrig hängende Antennen !!!!**
- Die Installationshöhe sollte max.  $\lambda/4$  sein, also unter 15m Höhe für das 60m-Band, bis  $1/10 \lambda$  ist mit geringen Verlusten möglich
- Noch niedriger wenn möglich vermeiden, da das Signal eine hohe Dämpfung durch die Bodennähe erfährt!!!  
**Nicht alles glauben was im Internet steht, noch niedriger sei noch besser .....Falsch!!!**
- NVIS erfolgt nicht über Bodenwellen-Ausbreitung

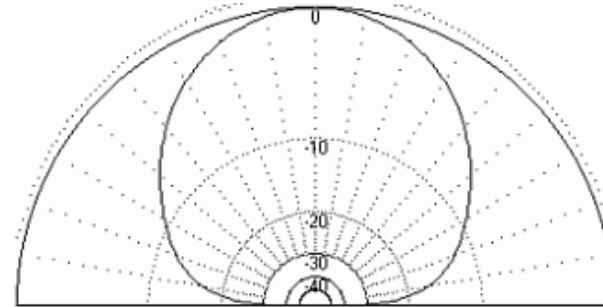
\*1) eigentlich Refraction

# Antennendiagramm ist höhenabhängig

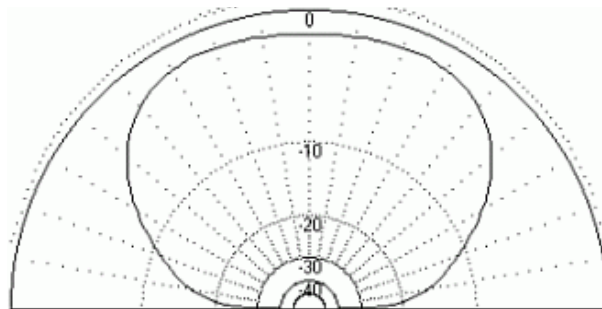
(Freq. = 4 MHz  $\lambda = 75\text{m}$ ) H= 6, 20, 27 und 37m



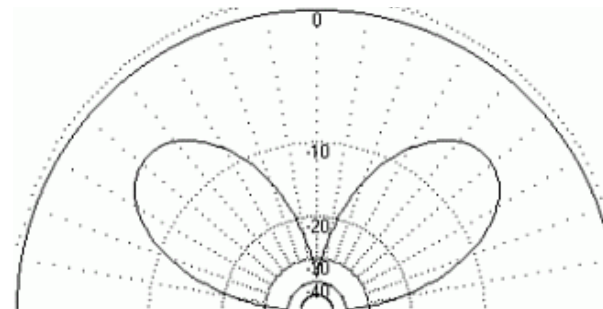
1a: 75-meter NVIS antenna at 20 feet high  
The -10db ray is at about 38 degrees.  
The -20db ray is at about 20 degrees.



1b: 75-meter NVIS antenna at 67 feet high (quarter-wave).  
The -10db ray is at about 28 degrees.  
The -20db ray is at about 6 degrees.



1c: 75-meter NVIS antenna at 90 feet high (3/8ths-wave). The -10db ray is at about 22 degrees, -20db at about 4 degrees, and considerably more power is now available at 30-60 degrees.

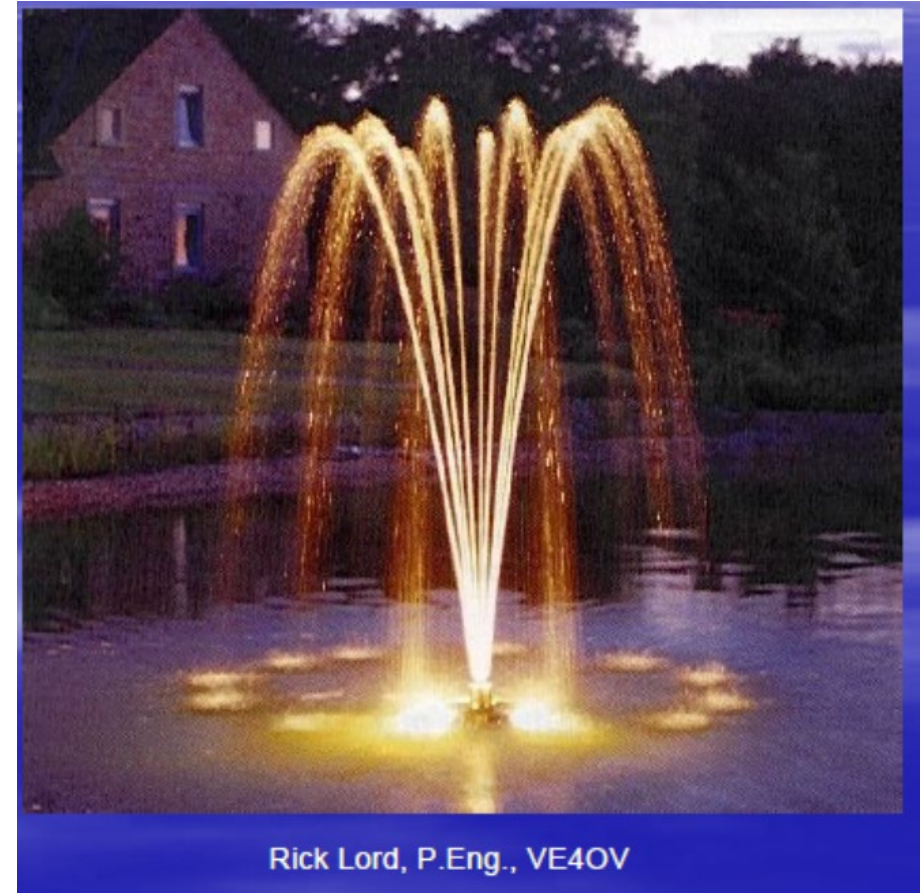


1d: 75-meter antenna at 125 feet high (half-wave)  
No longer NVIS, but now a "skip" antenna,  
with most of the power at about 42 degrees.

# Was ist NVIS Ausbreitung?

## NVIS kann mit einem Springbrunnen verglichen werden

- Das Licht ist das Versorgungsgebiet
- Das hochsitzende Wasser ist das Signal  
-> Prinzip eines Mörsers  
(steiler Schusswinkel, kommt nahe herunter)
- Das Zielgebiet hängt vom Winkel ab

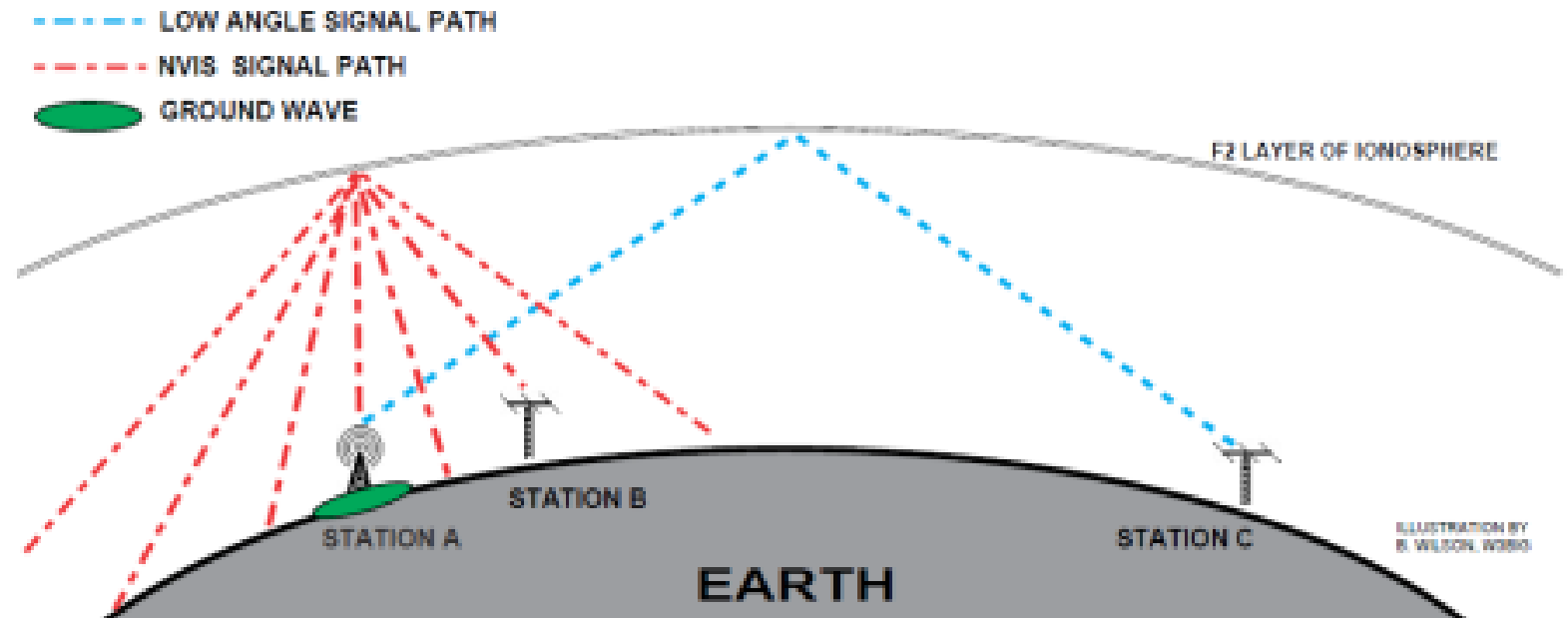


# NVIS (Local / Regional) versa Weitverkehr

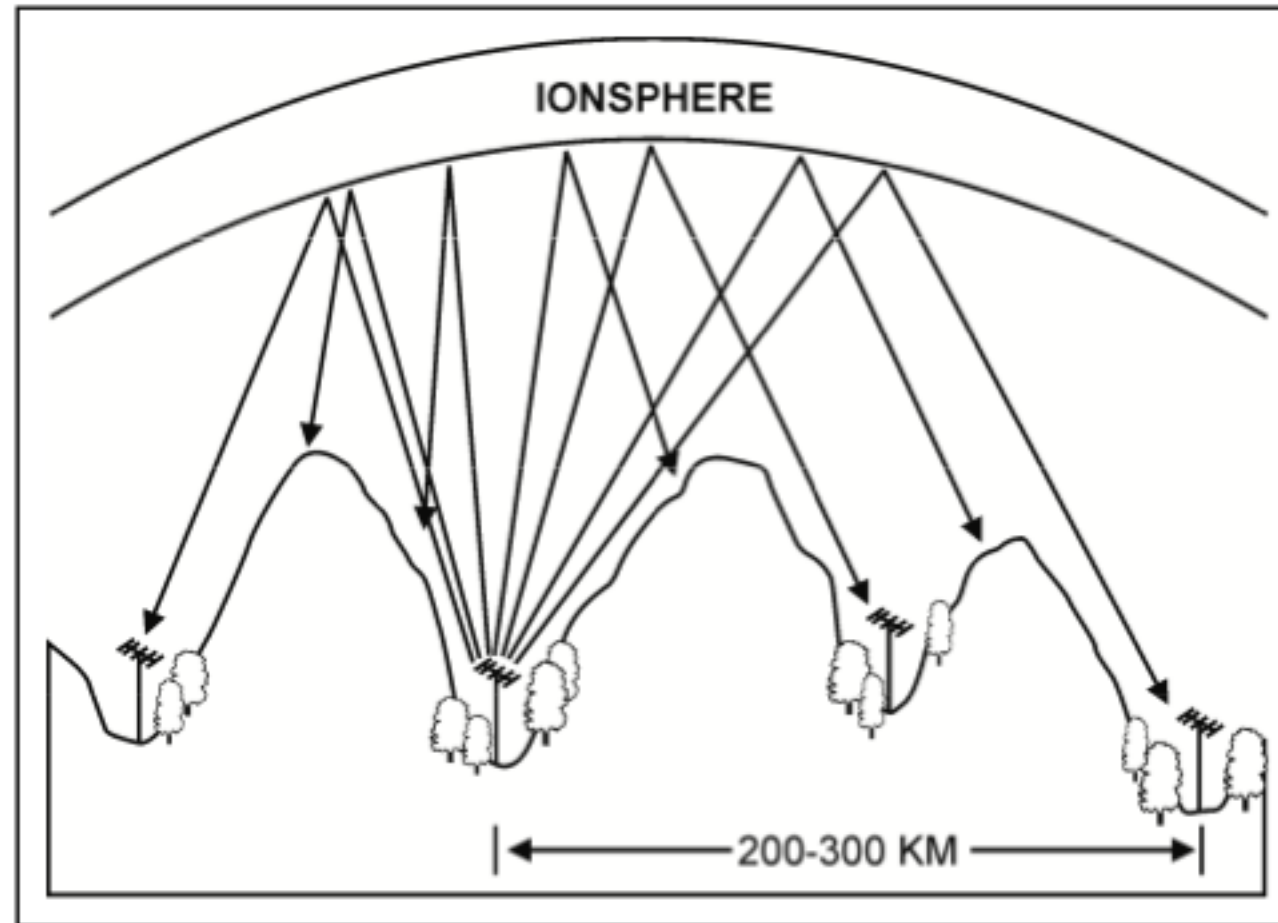
- Near Vertical Incidence Sky Wave (NVIS) ermöglicht lokale und regionale Versorgungsgebiete im unteren Kurzwellenbereich ( $f < 10\text{MHz}$ ) unter einem steilen Abstrahlwinkel (TOA)

- Niedriger Erhebungswinkel  
-> Weitverbindung ( $f > 10\text{MHz}$ )

- Dazwischen liegt die TOTE Zone, diese kann durch korrekte Frequenzwahl vermieden werden



# Besonders gut geeignet bei schwieriger Topographie



**NVIS propagation**

# Wie arbeitet NVIS (1/2)

- Sender-Signal geht senkrecht (Steilstrahlung, Raumwelle) in die Ionosphäre und wird zur Erde zurück reflektiert
- In einer Höhe von 200-400 Km existiert eine hochionisierte Elektronenschicht, diese Schicht heißt F2-Layer
- Sie wirkt wie ein großer Spiegel aus ionisierten Gasen
- Die verwendete Frequenz muss unterhalb der aktuellen KRITISCHEN FREQUENZ (CF) liegen, bei höheren Frequenzen dringt das Signal durch die F-Schicht. Dort wird sie nicht reflektiert und geht im Weltall verloren!
- Stationen können innerhalb eines Radius von 200km, auch 500 km und weiter empfangen werden. Dann ist es allerdings nicht mehr reines NVIS
- Die kritische Frequenz (CF) ist während des Tages zwischen 4-10 MHz und erhöht sich mit dem Aufstieg der Sonne. Gültig für Europa, hängt von der SSN und dem Breitengrad ab

# Wie arbeitet NVIS (2/2)

- In Europa ist die kritische Frequenz = CF niedriger als am Äquator!  
Z.B. auf den Philippinen kann ich auf 40m tagsüber einwandfreie lokale Verbindungen herstellen, auch bei niedrigen SSN. Dies ist in DL aufgrund der niedrigeren CF meist nicht möglich
- Nach Sonnenuntergang geht die CF während der Nacht herunter und erreicht am Morgen etwa zwischen 0400-0600 LT ein Minimum von 2-5 MHz (je nach Sonnenflecken).  
Somit ist das 80m Band im Minimum auch betroffen
- Nach Sonnenaufgang stieg die CF an und erreicht ungefähr Mittags ihr Maximum
- Ignoriere die traditionellen Ratschläge “installiere die Antenne so hoch wie möglich”
- -> Für NVIS gilt -> installiere die Antenne niedrig! (jedoch nicht zu niedrig)
- Alle Stationen in einem NVIS-Netzwerk, sollten niedrig installierte HORIZONTAL polarisierte Antennen für beste Ergebnisse verwenden
- LT= Lokalzeit



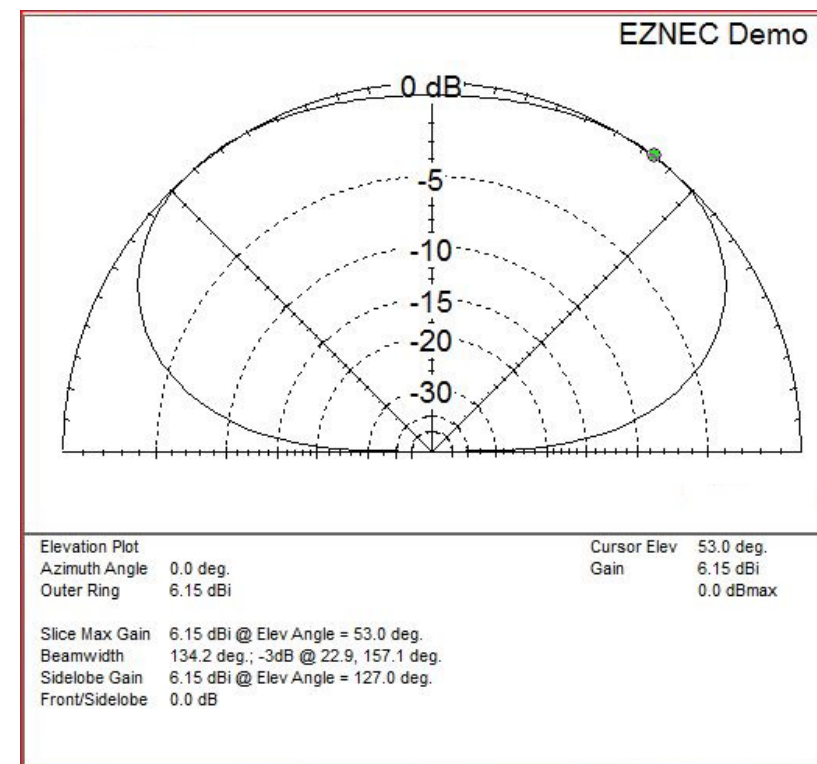
# Horizontal polarisierte NVIS-Antenne

## Typical Diagram for NVIS

- Signale mit Strahlungswinkel 35° - 90° (NVIS) haben vollen Gewinn
- Signale mit niedrigem Strahlungswinkel kleiner 20° werden unterdrückt
- Dies führt zu einem verbesserten S/N
- Sehr gut für NVIS, TOA from 35-90°

Radiation Angles	Attenuation
89° (10 km)	-0.5 dB
85° (50 km)	-0.5 dB
80° (100 km)	-0.5 dB
70° (220 km)	0 dB
60° (350 km)	0 dB
45° (600 km)	0 dB
35° (850km)	-1 dB
10° (DX / Umgebungsstör.)	-10 dB

- Siehe auch Dokument „Hor. versa vert . Ant“



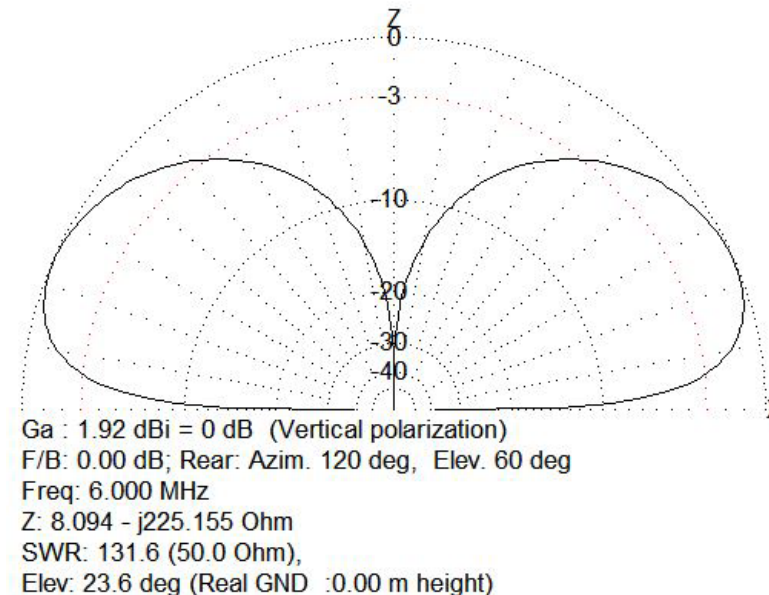
# Vertikale Antenne

## Antennendiagramm für vertikale Antenne

- Beispiel Shakespeare Galaxy 5310 L=7m (vertikale Schiffsantenne)
- Gut für GROUND WAVE Propagation
- Und Long Range Communications....
- Nicht für NVIS Distanzen <300km
- Radiation Angles Dämpfung

- 85° (50km)	-20dB
- 80° (100km)	-15dB
- 70° (200km)	- 8 dB
- 60° (300km)	- 6 dB
- 45° (600km))	- 3 dB
- 35° (850km)	0 dB

- NVIS-Bereich stark unterdrückt (60-90°)
- Dämpfung muss 2x genommen werden, wenn auf beiden Seiten vertikale Antennen eingesetzt werden



# Vertikale Antenne

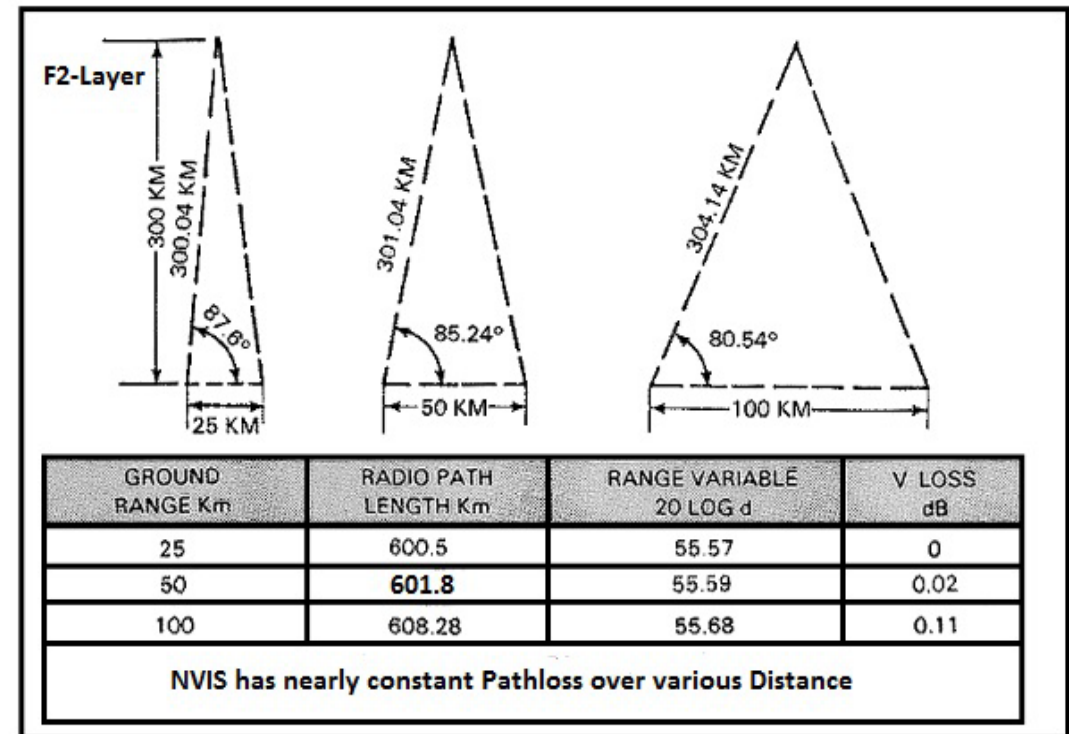
## Nachteile bei Radioverbindungen <350km

### Schlussfolgerung zur Verwendung einer vertikalen Antenne

- Der wichtige TOA von 60-90 ° strahlt nicht mit maximalem Signal, Verlust zwischen 8 bis über 20 dB. Beeinträchtigte Entfernung von 10km - 350km (siehe vorher)
- Eine vertikale Antenne ist keine gute Lösung für eine Reichweite von bis zu 350 km. Eine horizontale NVIS-Antenne ist besser und sollte verwendet werden
- Über 350 km Entfernung könnte die vertikale Antenne verwendet werden, jedoch
  - die vertikale Antenne benötigt ein gutes Erdungsnetz (Radials)
  - Vertikale Antennen sind sehr viel stärker dem Rauschen/ Nah-und Fernbereich-Störungen ausgesetzt, Gewitter etc.
  - das Rauschen erreicht die Antenne hauptsächlich unter einem niedrigen Winkel
  - die Antenne hat dort ihren max. Gewinn, auch für das Rauschen
  - aber das NVIS-Signal wurde drastisch reduziert
- Das SNR (Signal-Rausch-Verhältnis) wird dadurch reduziert, dies führt zu schlechter NVIS- Kommunikation (geringerer Signal-Pegel, größeres Rauschen)

# Konstante Übertragungsdämpfung für NVIS

- Die Dämpfung bei NVIS ist fast unabhängig von der Entfernung
- Die Länge des Ausbreitungspfades über die Ionosphäre ist nahezu konstant
- Es zählt nur der Pfad TX → Ionosphäre → RX, also ca. 2x die Höhe Ionosphäre
- Hierdurch ergibt sich von der Entfernung nahezu unabhängig eine konstante Dämpfung und somit ein konstanter RX-Pegel



# Vorteile des NVIS Konzepts 1/2

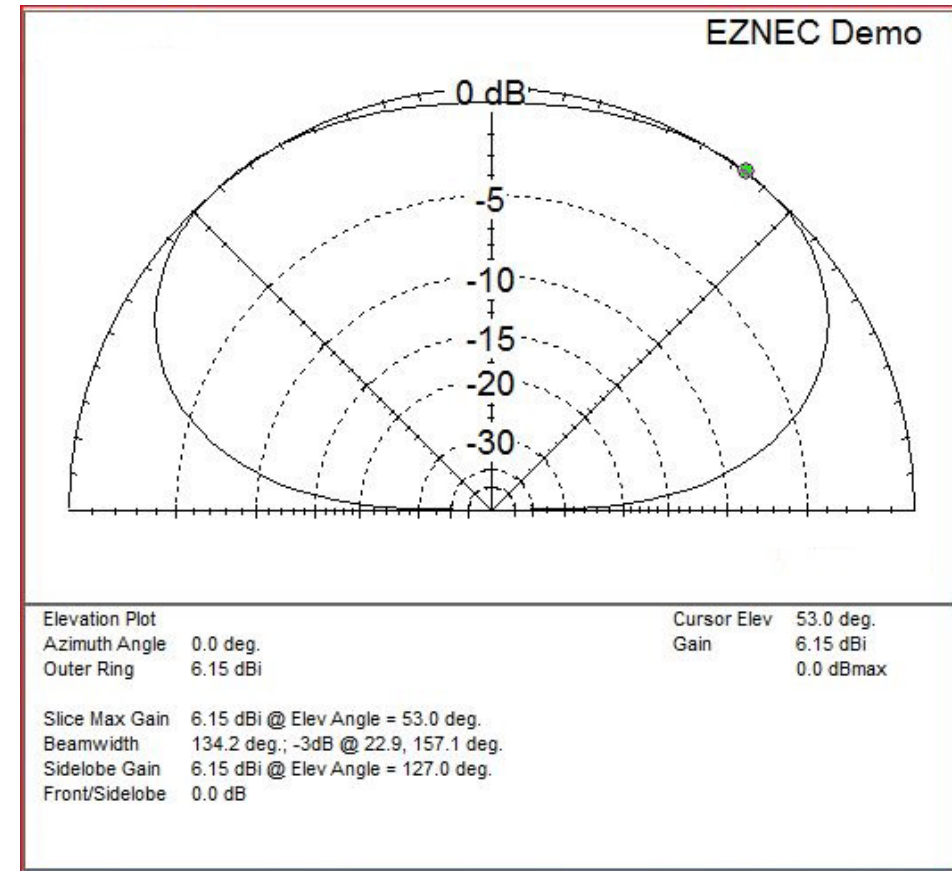
- "Skip-Zone"-freie omni-direktionale Kommunikation ist mit NVIS möglich.  
Auch „TOTE ZONE“ nennt man den Bereich zwischen der Bodenwelle und der F2-Abdeckung
- Mehr konstanter Empfangs-Signalpegel (RSL), weniger Fading innerhalb des Empfangsbereiches.  
Weniger Multi-Path-Signale -> gut für DATA
- Das Rauschen (auch QRN) wird reduziert, da es gewöhnlich an der Antenne unter niedrigem Winkeln ankommt (<20°) und die NVIS-Antenne unterdrückt diesen niedrigen Winkelbereich deutlich (siehe Antennendiagramm)
- Als Ergebnis von NVIS wird das Signal / Noise Ratio (SNR) verbessert
- Somit sind 25 W oder weniger oft ausreichend bei richtiger Frequenzwahl  
-> längere Akkulaufzeit während des Portabel-Betriebs
- Militär und Para-Militärische HF-Manpack haben ca. 20-30W Ausgangsleistung
- Hierfür passt perfekt der Portabel-Transceiver Xiego G90 mit 20W und einem exzellenten Antennen-Tuner für Kleines Geld!

## Vorteile des NVIS Konzepts 2/2

- Die Geländeform wirkt sich nicht auf die Ausbreitung des Signals aus, da Signale steil von oben einfallen
- Die Orientierung von Dipolen und Inverted-Vee-Antennen ist nicht kritisch, da sie niedrig installiert sind. Was zu einem mehr omni-direktionalen Antennendiagramm führt und weg von der liegenden 8 (Freiraum)
- Keine hohen Maste erforderlich -> schnelle Bereitstellung möglich
- Für „Radio Direction Finder“ (RDF) (hostile Groups) ist es schwierig horizontal polarisierte steil einfallende NVIS-Signale zu lokalisieren
- RDF funktionieren besser unter Bodenwellen-Ausbreitung und vertikaler Polarisation, NVIS verwendet jedoch steil einfallende Raumwellen
- NVIS-Dipole unterdrücken Bodenwellen und minimieren so deren Ausbreitung, was sonst zu Multi-Path Fading führen würde -> das ist schlecht für Daten-Übertragung

# Typisches NVIS-Antenna Diagram

- Im Bereich 30-90° volle Abstrahl-Leistung
- Unterdrückung von Signalen unter 20-30°
- Antennenhöhe max.  $\lambda/4$ 
  - 80m Band -> H=20m
  - 60m -> H=15m
  - 40m -> H=10m
- Minimale Antennenhöhe ->  $L/10$ 
  - 80m Band -> H=8m
  - 60m -> H=6m
  - 40m -> H=4m
- Portabel Masthöhe H=8m
  - 8m sind mit einem stabilen GFK-Mast gut machbar
  - Das ist ein guter Kompromis für 80-60-40m
  - Nehme 12m Mast und entferne die oberen dünnen Elemente, richten nur Mastschäden an wenn kollabiert!



# NVIS Kommunikation

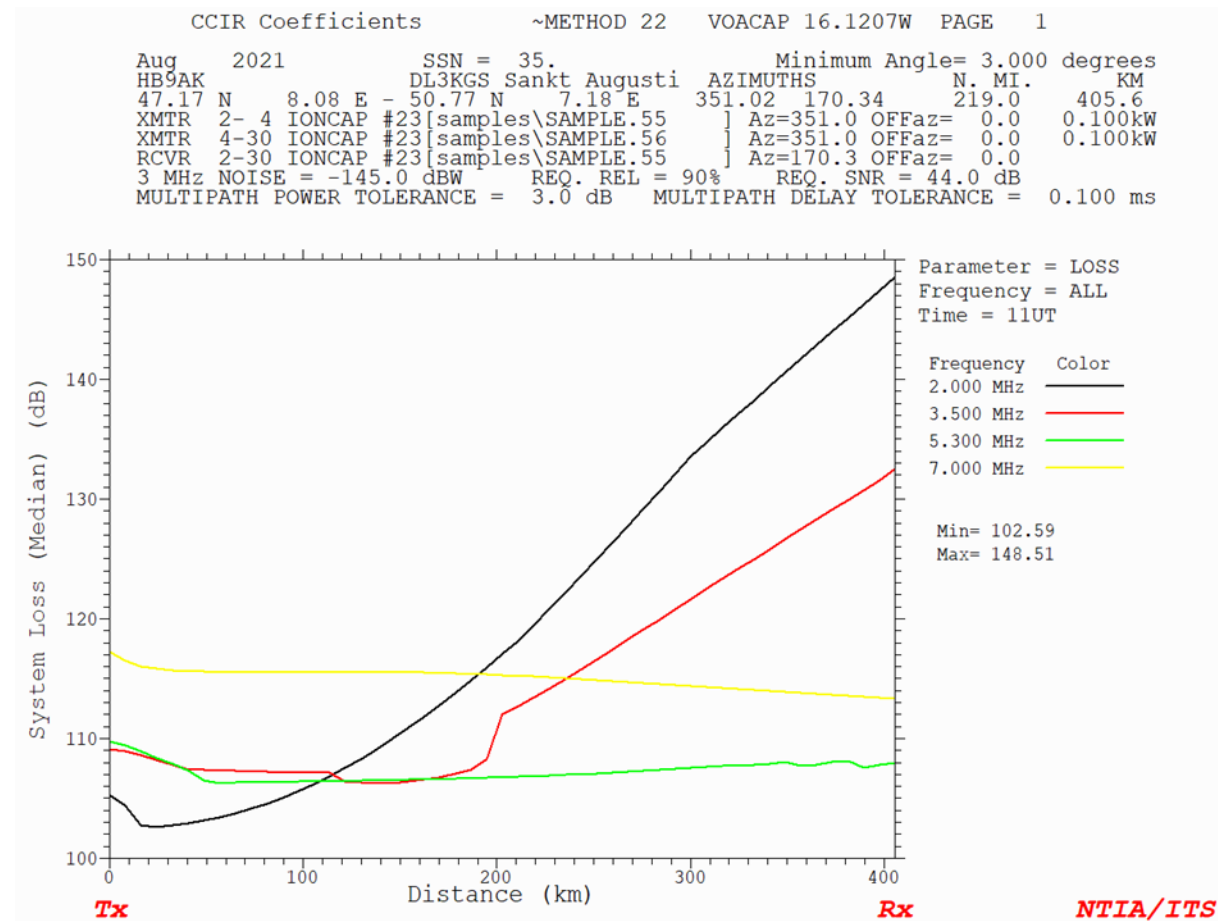
- NVIS ist brauchbar für Verbindungen bis ca. 500 km, fliesend, kein scharfer Übergang
- Bei richtiger Frequenzwahl ist Tag & Nacht-Kommunikation möglich
- Falls zwei Stationen NVIS einsetzen, können sichere Verbindungen ohne Repeater, Satelliten oder sonstige Infrastruktur hergestellt werden
- Besonders gut geeignet in gebirgigem Gelände, keine Abschattung durch Hindernisse
- Schnell und mit einfachen Mitteln können Verbindungen mittels Kurzwelle hergestellt werden, auch für Portable-Einsatz (Notfunk) gut geeignet
- Verschiedene Daten-Modes (ALE, Pactor, WinLink-VARA etc.) sind möglich - natürlich auch SSB/CW
- Weniger Multipath Signale -> Das ist gut für DATA Transmission!
- NVIS unterdrückt durch die Steilstrahlung das Entstehen der Bodenwelle.  
Das bedeutet verringertes Multipath Fading, bei horizontal und niedrig hängenden Dipolen



# Einfluss der Tagesdämpfung auf niedrigen Frequenzen

## Diagramm über die Entfernung

- von der Tagesdämpfung habe ich die letzten 50 Jahre regelmässig von den EXPERTEN gehört, jedoch ohne ausreichender Begründung!
- Ist dem so? ..... [Ja und Nein](#)
- Im Bereich bis 200km (also unserem meist benötigtem Entfernungsbereich für Notfunk) bleibt die Dämpfung im 80m-Band konstant, somit sind Verbindungen möglich
- Über größere Entfernungen steigt sie an und erschwert den Funkverkehr oder macht ihn tagsüber unmöglich!
- Ein Grund ist der TOA, mit größerer Entfernung und dem sich daraus ergebenden flacheren und somit längerem Winkel durch die D-Schicht ergeben sich die höheren Dämpfungen



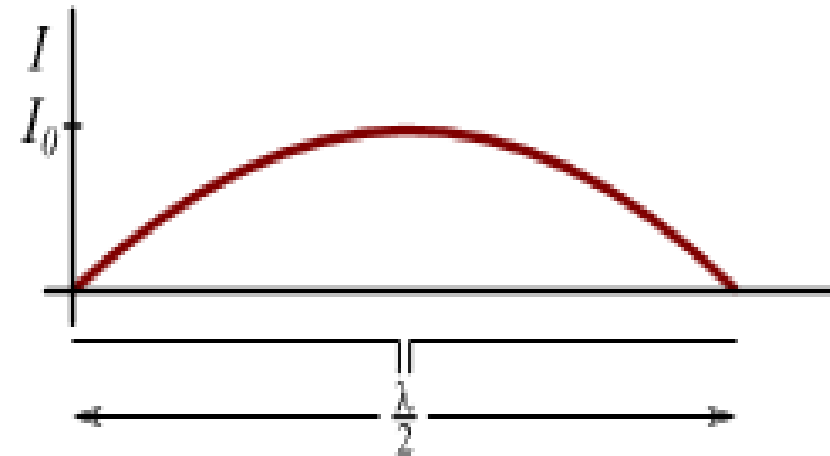
# Zusammenfassung - NVIS-Konzept

- NVIS gibt gute Abdeckung im Nah- und Regionalbereich (Notfunk-Entfernung 100-200km)
- Reichweiten von 500km sind ebenfalls möglich. Somit auch weiter entfernte WinLink-Gateway, wie HB9AK in 400km Entfernung aus dem Kölner Raum
- NVIS benötigt keine speziellen Geräte, Jeder KW-Transceiver ist geeignet
- **Nur horizontale in geringer Höhe installierte Draht-Antennen**
- Bei richtiger Frequenzwahl kann Tag- und Nachtbetrieb erreicht werden
- Als ein System sollten alle Stationen jeweils eine NVIS-Antenne verwenden
- Es ist nur eine geringe Sendeleistung (ca. 20W) notwendig, max. 100W. Meist auch weniger bei richtiger Frequenzwahl, z.B. tagsüber das 60m-Band
- Gute Signal/Störabstände sind erzielbar -> Dies ist gut für SSB und DATA
- Es sollte jedoch für Notfunknetze ein Betriebs-Konzept erstellt werden -> Verfahren für Frequenzwechsel etc.

# NVIS-Antennen für Kurzwelle

## Horizontaler Dipol

- Ist die einfachste Antennenform für NVIS
- Ein Dipol hat an den **Enden immer einen niedrigen Strom** und hohe Spannung
- Nur die **Region mit hohem Strom strahlt**, diese liegen rechts/links vom Einspeisepunkt (Mitte)!
- Im Speisepunkt beträgt die Impedanz im Freiraum ca. 73 Ohm, bei NVIS durch Bodennähe niedriger
- Es gibt noch weitere Möglichkeiten der Einspeisung z.B. Endgespeist -> Endfed oder bei  $1/3 L$  -> Windom
- Wellenlänge  $\lambda$  (m) =  $300/F$  (MHz) oder Frequenz  $F$  (MHz) =  $300/\lambda$  (m)



# NVIS-Antennen für Kurzwelle

- Jeder Dipol kann als NVIS-Antenne verwendet werden
- Die Voraussetzung für gute Performanz liegt hauptsächlich in dessen Aufbauhöhe  
Damit wir eine Steilstrahlung erzeugen, ist es erforderlich die Antenne für NVIS niedrig aufzuhängen
- Vereinfacht ausgedrückt verwenden wir einen 2-Element Beam, welcher senkrecht aufgestellt wurde um in die Ionosphäre zu strahlen
- Der Reflektor ist die Erde, sie sollte gute HF-Eigenschaften (Leitfähigkeit) besitzen!
- Bei schlechten Bodenverhältnissen kann man einen Draht als Ersatz für den nicht vorhandenen leitfähigen Boden spannen (Wüsten, Sandböden, Fels etc) -> nächste Folie!
- Bei gut leitenden Böden lohnt sich der Aufwand eines extra Erdnetzes jedoch nicht
- Auch bei Portabel-Einsatz lohnt sich der Aufwand kaum für die möglichen 2-3dB Mehrertrag, da NVIS von Haus aus starke Signale liefert kann man darauf verzichten

# Der Mythos Erdnetz

## Reflektor für Steilstrahl-Antennen

- Wie aus den Berechnungen hervor geht, dürfte sich der Aufwand eines Reflektor-Erdnetzes in den seltensten Fällen lohnen,
- wenn nicht gerade Fels, Sandboden oder Wüste als Untergrund vorliegen
- Speziell im Portabel-Betrieb dürfte sich der Aufwand kaum lohnen
- Denn wenn man 1 oder 2dB an Pegel verliert, reduziert sich auch das Noise um diesen Betrag
- Somit bleibt das SNR gleich.
- Da wir bei NVIS meist hohe Signalstärken vorfinden, fällt dieser geringe Unterschied kaum ins Gewicht

<b>Ground wire underneath a NVIS Antenna?</b>				
by DL3KGS / DU1GS on Dec. 31th, 2018				
Gain (EL=90°) Calcs where done with EZNEC+ 6.0 / High accuracy / 50 segments per wire				
40m-Dipole (20m long) in 5m height and single Ground wire (21m) 5cm above ground				
Ground Type (EZNEC)	Gain (dBi) with Gnd wire	Gain (dBi) w/o Gnd wire	Height (m)	Difference (dB)
City extrem poor	4.6	3.6	5	1.0
Sand, dry	5.1	4.2	5	0.9
Average	5.7	5.0	5	0.7
Pastoral Land	6.2	5.7	5	0.5
Fresh water	6.4	6.2	5	0.2
Sea water	8.4	8.3	5	0.1

Result. The poorer the ground the more effect has a Ground wire  
But as the improvement is marginal, even w/ 5 wires (<1dB more). It will not worthwhile to install a Ground wire, especially not for limited time usage, like Portable operations

# Anforderung an NVIS Antennen (1/2)

- Erfordern eine große Bandbreite, speziell für das 160m und 80m-Band
- Auf 160 und 80m werden schnell hohe SWR-Werte erreicht, da das Verhältnis BW/ Frequenz ungünstig ist -> siehe Beispiele:  
80m ->  $300/3.500\text{kHz} = 8.5\%$   
40m ->  $200/7.000\text{kHz} = 2.8\%$
- Somit ist in Bezug auf die Frequenz das 80m-Band ca. 3x breiter als 40m
- Das ist mit einem normalen Dipol kaum zu erreichen, ohne die Strahlerlänge nachzustimmen
- Bei einem Einsatz, speziell bei Nacht, von Hand schwierig zu bewerkstelligen
- Ein (Automatik-)Tuner sollte immer antennen-nah installiert werden und mittels Koaxkabel zur Station geführt werden
- Ein manueller Tuner an der Station ist keine gute Lösung, wegen des weiterhin hohe SWR auf dem Koaxkabel und den sich daraus ergebenden zusätzlichen SWR-Verlusten

# Anforderung an NVIS Antennen (2/2)

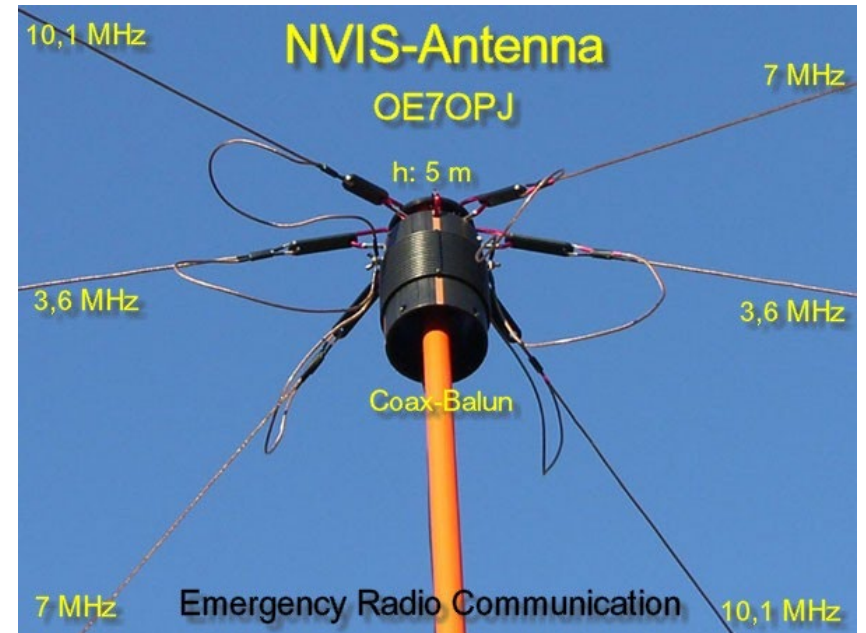
- Wir benötigen also breitbandige Antennen, speziell auf den niedrigen Bändern
- Oder Antennen, welche mit Automatik-Tunern abgestimmt werden können  
Tuner soll möglichst an der Antenne installiert werden
- Einfache Dipole erfordern ständiges justieren der Längen bei Frequenzänderung, speziell bei den tieferen Frequenzen für NVIS
- Besonders im 160m oder 80m Band ist das Justieren bei schon geringen Frequenzänderungen erforderlich
- Oder wir verlieren die Flexibilität des Frequenzwechsels im größeren Rahmen
- Hier könnten breitbandige Antennen, wie die T2FD eine Lösung sein -> mehr für Feststationen vom Handling!

# Antennen für Kurzwelle

## Oft im Internet gefundene NVIS-Antenne von N6VNG

### Von der militärischen Antenne AS-2259/GR hergeleitet

- Konstruktion und Aufbau sind aufwendig, auch sehr großer Flächenbedarf
- Auch zeigt das Bild 10.1MHz, was in EU fast nicht möglich ist! Sinnvoller -> 60m
- Bei größerem Frequenzwechsel (<100kHz) auf 80m muss die Strahlerlänge jeweils von Hand justiert werden
- ATU am TX ist fehl am Platz, wenn zwischen ATU und Antenne sich ein langes Koaxkabel befindet
- Der Tuner sollte möglichst direkt an der Antenne direkt eingesetzt werden, um hohes SWR auf dem Kabel zu vermeiden
- U.U. mech. Problem mit dem Mast möglich, der mit 5m eher niedrig ist und sich Bodenverluste ergeben!
- Der Koax-Balun stellt auch keine glückliche Lösung dar -> Gewicht an der Mastspitze
- **Insgesamt keine Antenne, welche für mich in Frage kommt oder welche ich empfehlen könnte!**



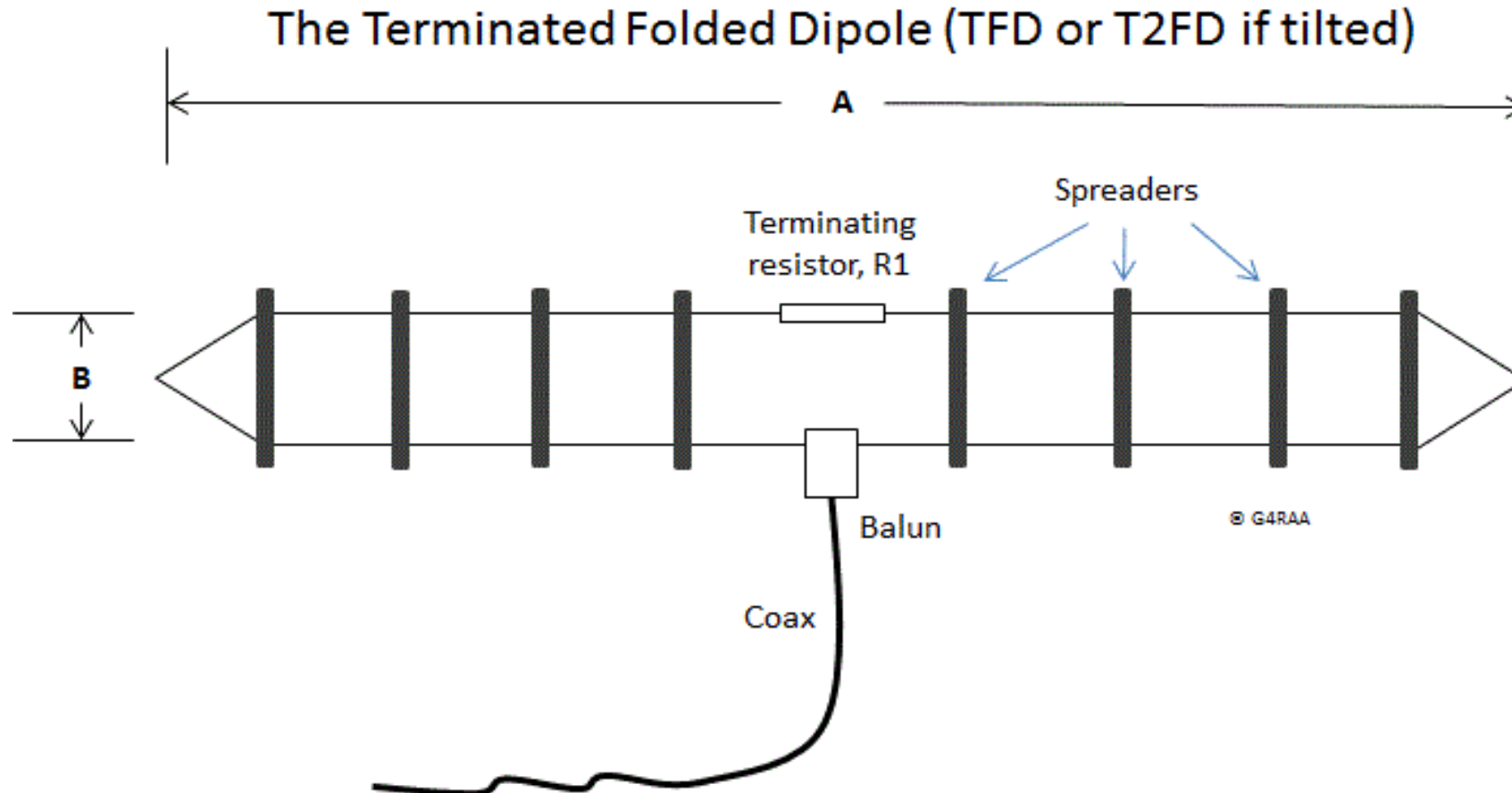


# T2FD-Antenne

## Was bedeutet das?

- TFD oder T2FD – **T**erminated (**T**ilted) **F**olded **D**ipole ist einem Faltdipol ähnlich, jedoch wurde in dessen Mitte, gegenüber der Einspeisung ein Widerstand eingefügt
- Der Vorteil ist eine grosse Breitbandigkeit und somit ein niedriges SWR über einen großen Arbeitsbereich, meist wird kein Antennen-Tuner benötigt
- Das sind perfekte Voraussetzungen für ALE (Automatic Link Establishment) und andere frequenz-agile Systeme (Frequency-Hopping FH)
- Der oft in Amateurfunk-Kreisen hervorgehobene VERLUST hält sich bei richtiger Dimensionierung in Grenzen

# T2FD-Antenne - Komponenten



# T2FD-Antenne

## Was passiert bei falscher Dimensionierung?

- Unterhalb der Design-Frequenz (**hier 5MHz**) geht der Gewinn drastisch zurück
- Die T2FD trägt keine Schuld, sondern die unrichtigen Angaben der Verkäufer oder Hersteller!

- Funkamateure werden ge-und enttäuscht!

- Länge der Antenne im Beispiel 30m,

somit beträgt die untere Betriebs-Freq. 5MHz

5.3MHz -> -0.2dBi (**Betrieb innerh. Design**)

**3.5MHz** -> **-8.7dBi** (unterhalb Design-Freq)

**2.0MHz** -> **-22.5dBi** (unterhalb Design-Freq)

- Mit MNANA gerechnet, besser mit EZNEC+

- Dies bedeutet dass der überwiegende Teil der Leistung vom Widerstand geschluckt wird, wenn die Antenne außerhalb ihrer Design-Frequenz betrieben wird. Wofür der Widerstand in den meisten Fällen nicht ausgelegt ist

MMANA-GAL basic D:\Sync\schulerge1\Amateurfunk\NVIS\Fulda\_Notfunk\_Fieldday\MMANA\Results\_E160\_30m\T2FD\_hor\_L30m.mas

File Edit Tools Setup Help MMANA-GALpro

Geometry View Calculate Far field plots

T2FD 5-10 MHz L=30m

Freq 10 MHz

Ground

Free space

Perfect

Real

Ground setup

Add height 7.00 m

Material Cu wire

WAVE LENGTH = 29.979 (m)  
TOTAL PULSE = 112  
THE LOWEST POINT OF ANTENNA = 7.000 M  
FILL MATRIX...  
FACTOR MATRIX...  
PULSE U (V) I (mA) Z (Ohm) SWR  
w1c 1.00+j0.00 1.46+j0.64 576.43-j251.83 1.89  
CURRENT DATA...  
FAR FIELD ...  
NO FATAL ERROR(S)  
0.11 sec

No.	F (MHz)	R (Ohm)	jX (Ohm)	SWR 1000	Gh dBd	Ga dBi	F/B dB	Elev.
5	10.0	576.4	-251.8	1.89	---	2.47	---	72.2
4	7.0	1222	-569.7	1.73	---	2.08	-1.07	90.0
3	5.3	1303	274.8	1.43	---	-0.16	-1.27	90.0
2	3.5	829.8	81.2	1.23	---	-8.69	-1.43	90.0
1	2.0	901.1	-62.0	1.13	---	-22.48	-1.54	90.0

# T2FD-Antenne

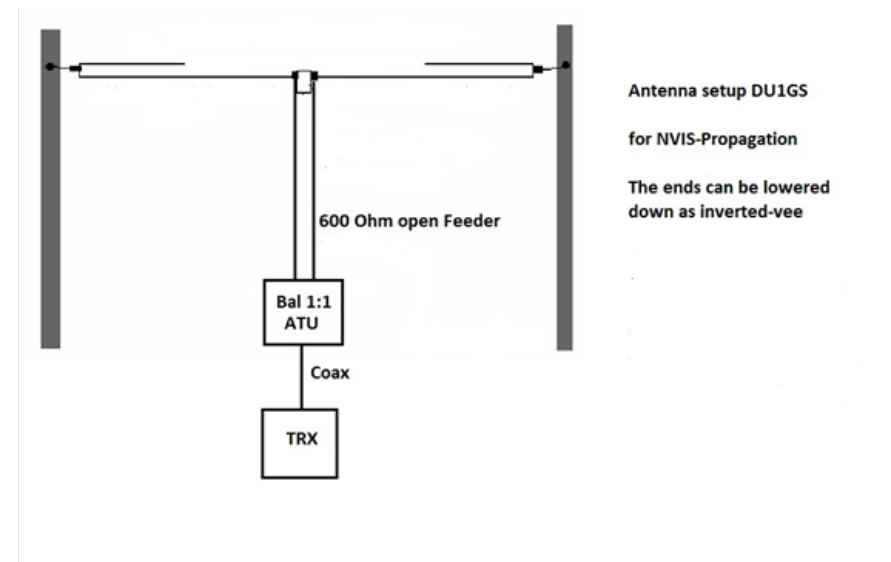
## Wo wird sie eingesetzt?

- Bei Funkdiensten mit einem hohen Bedarf an verschiedenen Frequenzen, welche über mehrere MHz verteilt sind und häufig gewechselt werden
- Speziell im Ausland wird dieser Antennentyp noch heute häufig und erfolgreich eingesetzt, wie z.B. bei Behörden, Militärs, NAVY, Flughäfen, Hilfsorganisationen, Botschaften und Firmen
- Dort wird der NVIS-Mode verwendet und der Einsatz liegt meist zwischen 4 und 10 MHz mit Leistungen von max. 150W
- Im Amateurfunk kann sie bei Strahlerlängen von 40m, sowohl das 80m, 60m, 40m-Band und bedingt das 30m-Band (wegen Diagramm-Aufzipfelung) abgedeckt werden
- Speziell im 80m-Band ist die große Bandbreite von Nutzen

# Antennen für NVIS

## Dipol mit Hühnerleiter

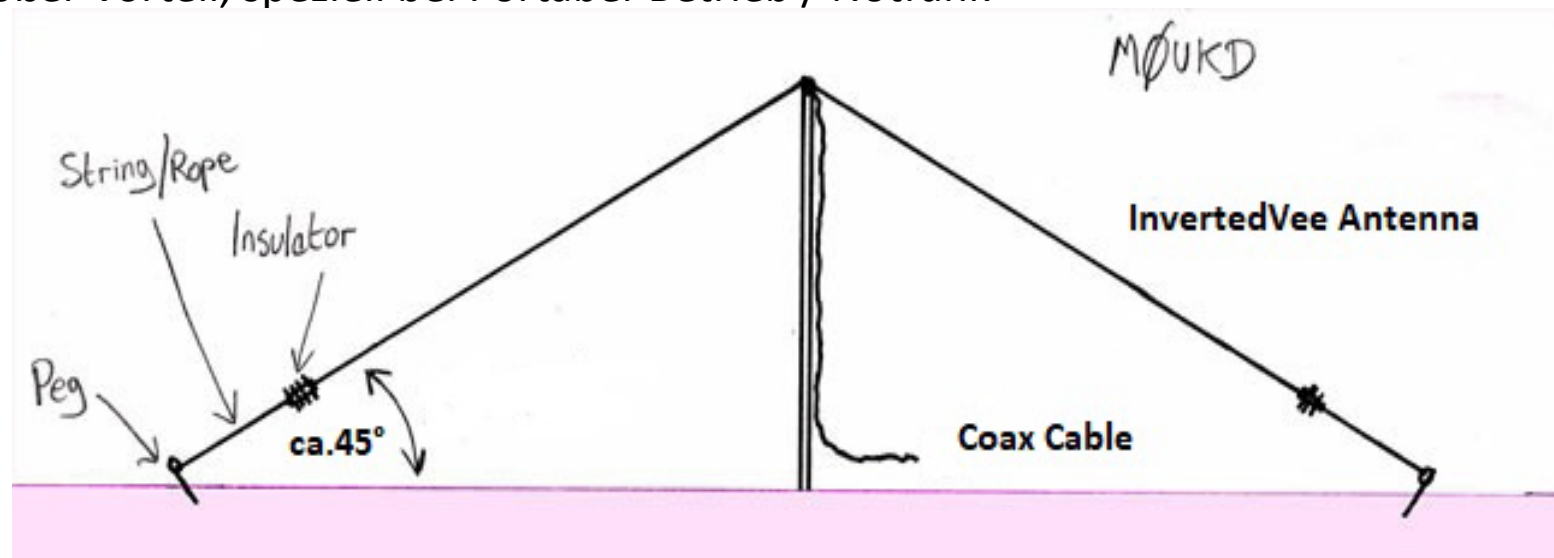
- Ein Dipol mit 600 Ohm Feeder oder 300 Ohm Bandkabel für Portabel-Betrieb lässt sich über einen weiten Frequenzbereich mit einem Tuner abstimmen
- Bei eingeschränkten Platzverhältnissen kann der Draht auch zurück gebogen werden, ansonsten gesamte Länge gestreckt. Ende hat niedrigen Strom am Strahlerende!
- Höhe nicht zu hoch wählen!  
Wegen erforderlicher Steilstrahlung
- Auch Inverted-Vee Aufbau möglich
- Direkt am Ende der Parallel-Leitung ein ATU  
Falls kein sym. Tuner vorhanden ein entsprech. BALUN und mit Koaxkabel zur Station



# Antennen für NVIS

## Inverted Vee Antenne

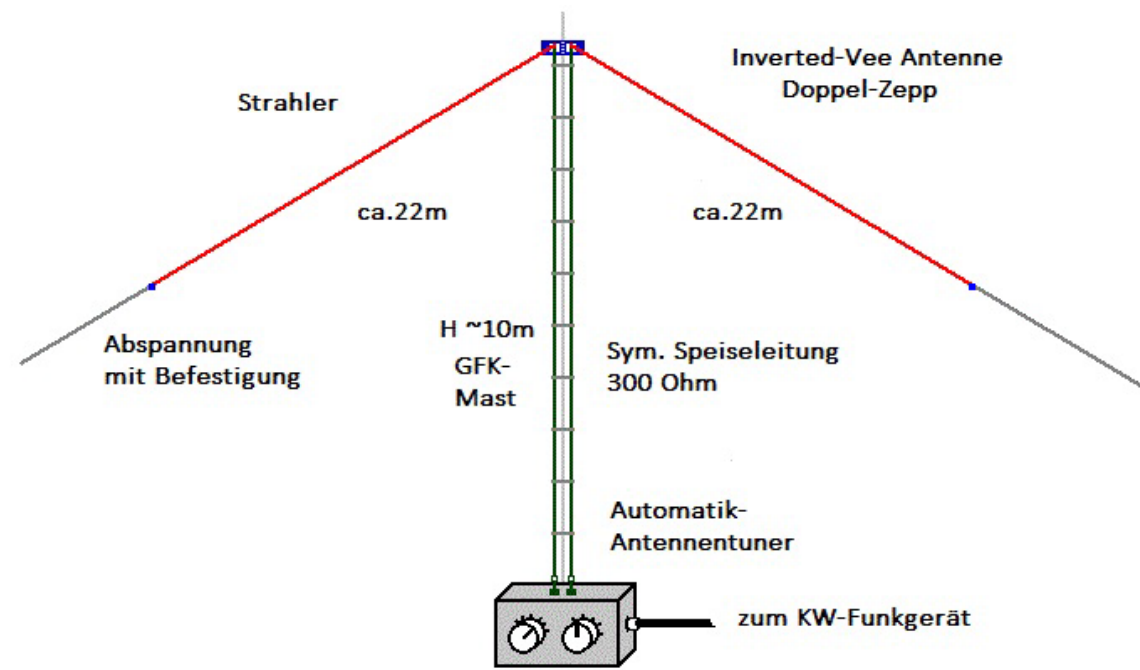
- Die Inverted Vee-Antenne bringt nur ein unwesentlich schlechteres Ergebnis als ein gestreckter Dipol und ist für NVIS gut geeignet
- Braucht jedoch nur einen Mast (H= 7-10m) im Gegensatz der 2-3 Maste des gestreckten Dipols. Antennenenden ausreichend (ca. 2-3m) hoch sein, -> Berührungsschutz
- Das ist ein großer Vorteil, speziell bei Portabel-Betrieb / Notfunk



# Inverted-Vee Dipol

Gut geeignet für Notfunk

- Eine Dipol-Antenne gespeist mittels Hühnerleitung oder 300/450 Ohm-Bandkabel
- Der Tuner (manuell oder Automatik) wird an die Antenne in Bodennähe angeschlossen werden und über 50 Ohm Koax-Kabel zum Transceiver geführt wird
- Die Strahlerlänge kann auch auf 2x15 gekürzt werden, je nach Verfügbarkeit des Platzes, auch zurückgefalten ist möglich
- Es kann ein leichter Schiebemast zum Einsatz kommen
- Als Tuner kann auch ein unsym. Tuner mit entsprechendem Balun verwendet werden



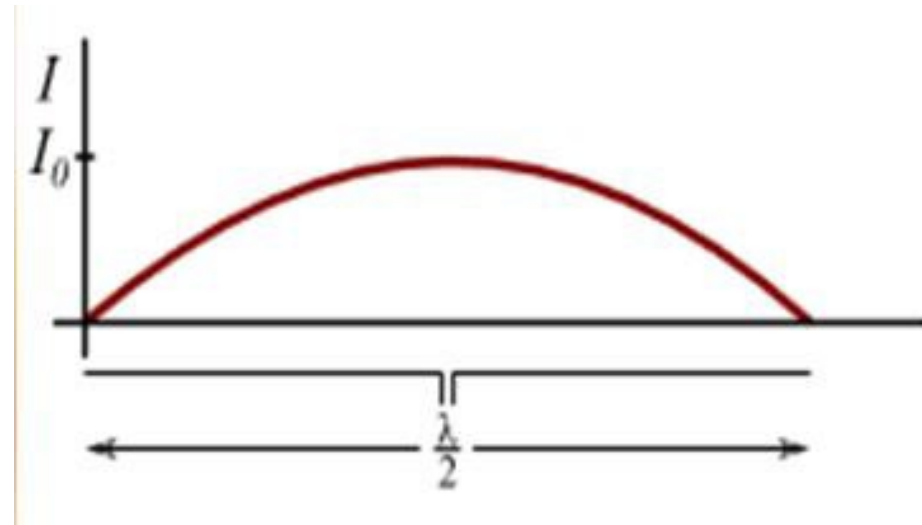
# EFHW (Endfed Halfwave)

- Einspeisung am Ende des Strahlers, anstatt in der Mitte
- Das hat den Vorteil, dass kein schweres Koaxkabel in der Mitte herunter hängt, somit ist die Antenne auch UNAUFFÄLLIGER
- Allerdings hat ein Dipol an den Enden eine hohe Impedanz ca. 2.500-3.000 Ohm
- Somit wird ein Übertrager benötigt der von 50 Ohm Kabelimpedanz auf ca. 3.000 Ohm transformiert.  
Ein Transformationsverhältnis von 64 oder  $N1 / N2 = 8$  ist erforderlich
- Harmonischen-Betrieb ist möglich, allerdings kann das SWR sich erhöhen und das Antennen-Diagramm ist nicht mehr rundstrahlend, sondern erhält teils starke Einzüge
- Sie kann auch als Inv-Vee Ant. aufgebaut werden. Der Einspeisepunkt ist dann stations-nah gelegen und nur kurzes Koaxkabel benötigt
- Vorteil kein schweres Kabel in der Mitte, somit leichter Mast nötig
- Meist kein Tuner notwendig
- Ebenfalls für Notfunk geeignet, speziell wegen der Einspeisung an einem Ende



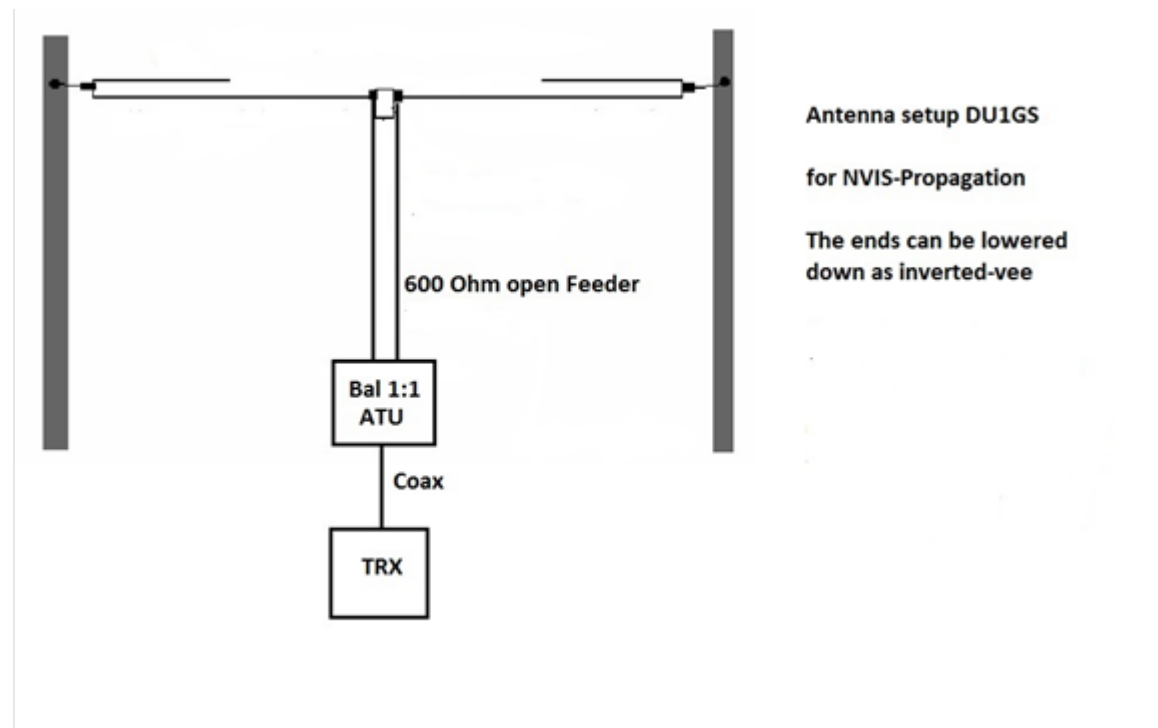
# Länge einer KW-Antenne reduzieren?

- Der Dipol strahlt im Strommaximum seine Energie ab -> Strom strahlt
- Der Strom geht an den Antennenenden nahe gegen Null
- Da die Enden somit kaum zur Strahlung der Antenne beitragen, können sie in verschiedenen Formen zurückgebogen werden, ohne wesentlich an Wirkung einzubüßen
- Die Stromverteilung für einen Dipol folgt einer SINUS-Funktion, somit kann ca. 1/6 jeder Dipolhälfte zurückgebogen werden (linear Loading)



# Reduzierung der Installationslänge

- Durch das Zurückbiegen der Drahtlänge an beiden Seiten um je ca. 1/6 der Länge, kann man Installations-Länge sparen
- Man spart Platz für den Aufbau der Antenne ohne dass der Wirkungsgrad wesentlich beeinträchtigt wird!



# Installation der NVIS-Antenne

- Antennen-Installationshöhe ca.  $0.1 \lambda$  bis max.  $0.25 \lambda$  über Boden ( $\lambda$  = Wave length). Also 80m -> ca. 10-20m, 60m -> ca. 6-15m
- **Kompromiss-Höhe für 60 und 80m ist 7-8m.** Das ist mit jedem halbwegs stabilen Schiebemast zu erreichen
- Antenne kann auch niedriger installiert werden, dann jedoch mit Verlusten
- Antennenhöhen von 3m und weniger über Grund werden auch strahlen, jedoch mit größeren Verlusten  
Nur wenn keine andere Möglichkeit besteht.... Sollte jedoch möglichst vermieden werden  
In der Not frisst der Teufel FLIEGEN! – nicht alles glauben was im Internet steht, je niedriger desto besser – **das ist falsch**
- Die Aufbauhöhe beeinflusst auch das Antennen-Diagramm und die Impedanz!!!
- Befestige die Mitte der Antenne an einen Mast (H=6-10m)
- Wenn als inv.-Vee aufgebaut, befestige die Enden wegen Berührungsschutz in ca. 2.5m
- **Beachte Sicherheitsstandards, halte Abstand zu Hochspannungsleitungen**
- Bei inv.-Vee Ant. können die Enden leicht durchhängen, weniger mech. Stress am Mast

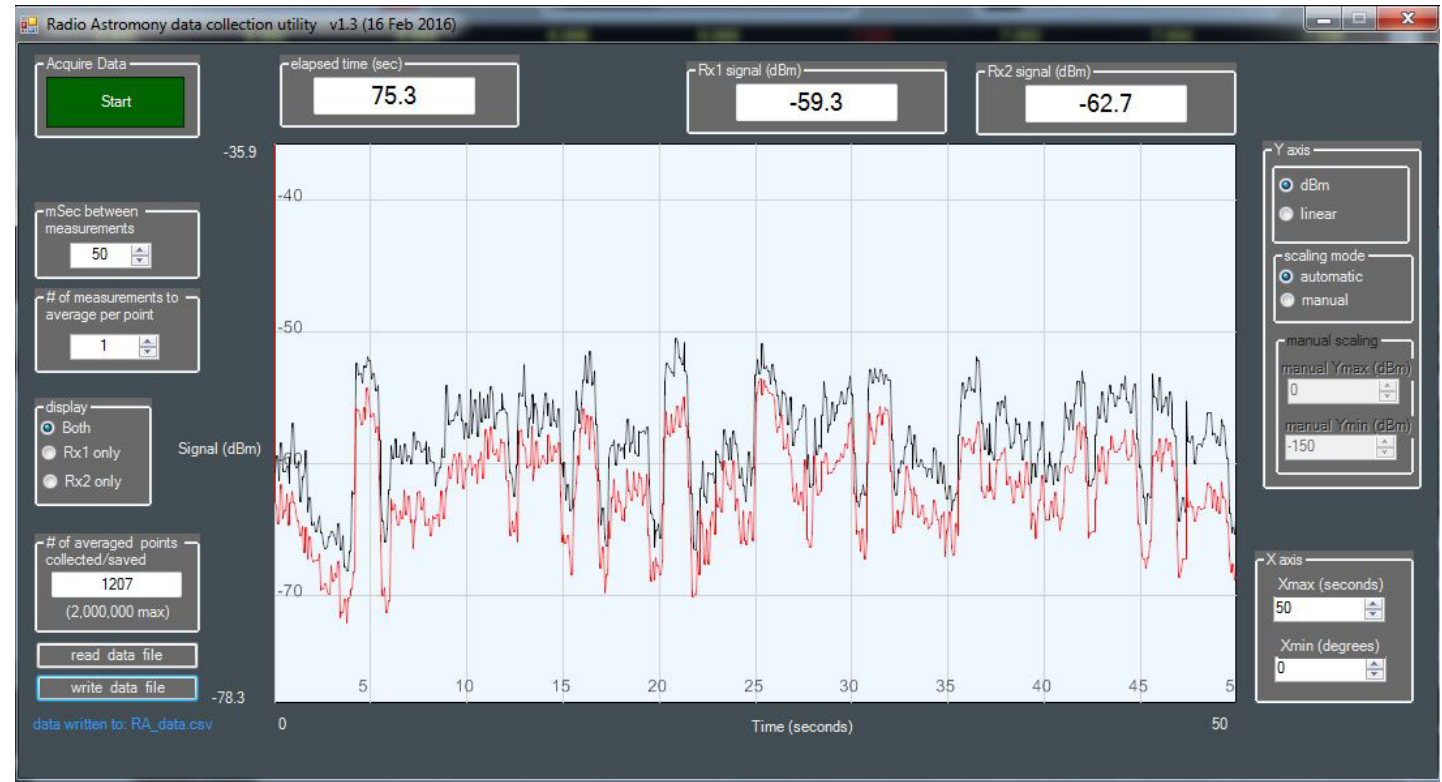
# Antennenvergleich mit SDR “RED PITAYA”

## Dipol versa T2FD

- An dieser Stelle möchte ich eine Methode aufzeigen, wie man Antennen mit heutigen Amateurfunkmitteln vergleichen kann, also den Unterschied im Gewinn zweier Antennen. Eine Antenne dient als Referenz-Antenne.
- Nicht mit .....“ Antenne A, A, A.....Antenne B, B, B.....“ um doch nur unpräzise Ergebnisse von der Gegenstation zu erhalten.
- Sondern mit dem SDR-Module RED PITAYA, ca. 20 Messwerte/sec werden geloggt, über je zwei getrennte Antennen-RX-Eingängen. **Auch der SDRDuo ist geeignet, diesen verwende ich heutzutage**
- Sender war ca. 80km entfernt, somit starke Steilstrahlung, Frequenz 6 MHz (im Design-Bereich der T2FD)
- Es wurde eine kommerzielle T2FD (L=25m) mit einem Dipol verglichen.
- Die Messergebnisse auf der nächsten Folien zeigen, dass der RX-Pegel der T2FD, gegenüber dem Dipol im Durchschnitt ca. 4 dB niedriger war.
- Jedoch der war der Rauschpegel an der T2FD auch ca. 6 dB niedriger
- Das SNR blieb somit für beide Antennen nahezu gleich (für die T2FD sogar ein wenig besser) und das ist entscheidend!!!

# Antennenvergleich Dipol – T2FD (Empfangspegel)

- Empfangspegel des Dipols (schwarz) und T2FD (rot) durchschnittlich 4dB niedriger
- Die Testergebnisse basieren auf mehreren 100 Messwerten,
- diese wurden zeitgleich über zwei unabhängige Diversity-Eingängen aufgezeichnet und anschließend ausgewertet
- Somit sind diese Ergebnisse statistisch abgesichert



# Danke für Eure Aufmerksamkeit

**Hinweis:** weiteres Material liegt auf der DARC Homepage OV G25 (Siebengebirge)  
unter der Rubrik NOTFUNK bereit

oder dem Link

[www.darc.de/der-club/distrikte/g/ortsverbaende/25/notfunk/](http://www.darc.de/der-club/distrikte/g/ortsverbaende/25/notfunk/)

**??? Bei Fragen ???**

Gerald Schuler / DL3KGS

**E-Mail: DL3KGS@darc.de**

# Ausschluss (für die Abmahn-Haie)

## Haftungsausschluss

- Der Inhalt dieser Präsentation wurde unter angemessener Sorgfalt erstellt
- Allerdings erfolgt keine Gewähr, dass die Inhalte korrekt, vollständig oder aktuell sind
- Jegliche Nutzung der Inhalte erfolgt auf eigene Gefahr, unter Ausschluß eines Anspruches auf Schadenersatzes, weder für materielle noch immaterielle Schäden, so wie körperliche Schäden
- Die Überlassung der Präsentation erfolgt nur für den internen Gebrauch des Empfängers ohne Veröffentlichung auf WEB-Seiten oder nach Anfrage
- Die Präsentation stellt keine Beratung dar

## Abmahnungsbestimmungen

- Sollte irgendwelcher Inhalt oder die design-technische Gestaltung einzelner Seiten oder Teile dieser Internetseite fremde Rechte Dritter oder gesetzliche Bestimmungen verletzen oder anderweitig in irgendeiner Form wettbewerbsrechtliche Probleme hervorbringen, so bitten wir unter Berufung auf § 8 Abs. 4 UWG, um eine angemessene, ausreichend erläuternde und schnelle Nachricht ohne Kostennote
- Dennoch von Ihnen ohne vorherige Kontaktaufnahme ausgelöste Kosten werden wir gänzlich zurückweisen und gegebenenfalls Gegenklage wegen Verletzung vorgenannter Bestimmungen einreichen.