

Kurzwellen-Kommunikation auf lokaler und regionaler Ebene

XXX

Datum, Uhrzeit

Ort

Presentiert von
Engr. Gerald Schuler
DL3KGS /DU1GS

Kurzwellen-Kommunikation auf lokaler und regionaler Ebene

Unser Thema heute:

(More details in the advanced Presentations)

- Was ist Ausbreitung?
- Einfluss der Sonne auf die Kurzwellen-Ausbreitung
- NVIS-Ausbreitung
- Frequenzauswahl
- NVIS-Antennen
- SWR-Meter -> Antennenanalysator
- Antennenvergleich mit SDR-Modul RED PITAYA

Lokale und regionale Kurzwellen-Versorgung mittels NVIS

Was ist Ausbreitung?

**We are talking here only about Shortwave Propagation,
not VHF or UHF Propagation**

Was ist Ausbreitung / Propagation?

Ausbreitung beschreibt den Ausbreitungspfad zwischen TX und RX

- Wie die RX-Station das Signal empfängt hängt von der Entfernung ab
- der Bodenwelle, Raumwelle oder Sichtverbindung (LoS)
- Ausserdem von der Auswahl der RICHTIGEN Frequenz (Band)
- Die Ausbreitung hängt mit der Tageszeit, dem Solar Zyklus / Sonnenflecken, der Jahreszeit und der täglichen Sonnenaktivität zusammen
- **Abstrahlwinkel /Take-off Angle ist abhängig von der Distanz**
- Wir betrachten nur die Kurzwelle, keine VHF or UHF Ausbreitung

Ausbreitungsformen auf Kurzwelle

1. Bodenwelle (breitet sich entlang der Oberfläche (Erdboden/Meer) aus nur geringe Reichweite, ausser über dem Meer)

2. Raumwelle (Reflektion erfolgt an der Ionosphäre, Sky)

Local <200km (Steilstrahlung - NVIS)

Regional <500 - 1.000km (Skywave / NVIS)

Long Distance 1.000 - 3.000km (Skywave 1 Hop)

3. Sichtverbindung (Line of Sight (LoS), Direct wave)

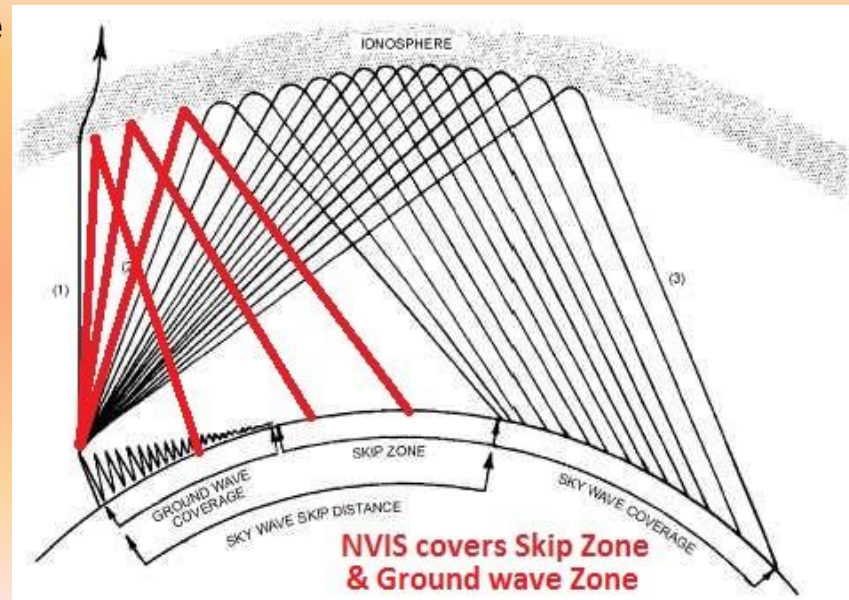
Bodenwelle, Raumwelle & NVIS

- Die **Bodenwelle** breitet sich entlang der Erdoberfläche zum RX aus. Mit zunehmender Frequenz wird die Bodenwelle schwächer und die Reichweite geringer.
- Die **Raumwelle** wird nach oben gesendet auf ihrem Weg zum RX und in der Ionospere zurück reflektiert zum Boden (1 hop max. 3.000 km). Wenn die Raumwelle unter einem flachen Winkel abgestrahlt wird entsteht die "Skip Zone".
- **N.V.I.S.** ist eine Abkürzung für Near Vertical Incidence Skywave. Es ist eine Sonderform der Raumwellenausbreitung. Es wird unter einem steilen Winkel in die Ionosphäre gesendet und zurück zum Boden reflektiert. Damit kann man dann kurze Entfernungen (einige 100km) zwischen TX - RX überbrückt.

NVIS

Bodenwelle - Skip Zone - Raumwelle

- NVIS deckt die „Skip Zone“ (die sogenannte TOTE ZONE) ab, welche HAUSGEMACHT ist.....
- Wenn mit zu flachem Abstrahlwinkel gesendet wird, springt man über das Zielgebiet weg ->Tote Zone
- Bei richtigem Winkel (TOA) kann sie vermieden werden
- Bodenwellen-Reichweite:
abhängig von Freq. & Pwr
ca. 30-100km über Land
ca. 300km Salzwasser



Die Ionosphäre

Unser Transportmittel

- Die **IONOSPHERE** besteht aus mehreren Schichten von ionisiertem Gas in ca. 50-500km Höhe über der Erdoberfläche.
- Die Ionosphäre setzt sich aus verschiedenen Schichten / Layer zusammen.
- Jede Schicht hat zur Unterscheidung einen Buchstaben (D, E, F).
- Die unterste Schicht ist die D-Schicht.
- Dann kommt die E-Schicht und die F-Schicht (F1 und F2)
- Jede dieser Schichten haben ihre spezifischen Eigenschaften und sind entweder nützlich für die KW-Ausbreitung oder auch destruktiv.

Schichten der Ionosphäre

D, E & F-Schicht



Australian Government
IPS Radio and Space Services

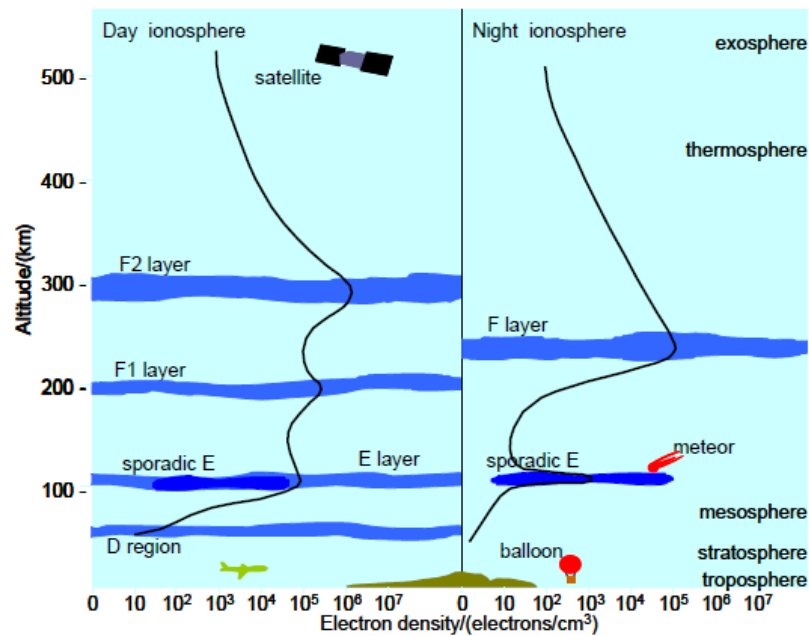


Figure 1.1 Day and night structure of the ionosphere.

Die D-Schicht

(für KW-Ausbreitung destruktiv)

- Die **D-Schicht** ist die unterste Schicht der Ionosphäre, zwischen 50km-90km über der Erdoberfläche.
- Nur während des Tages, wegen Sonneneinstrahlung verfügbar
- Die Dämpfung der D-Schicht erhöht sich mit niedriger Frequenz, deshalb möglichst die max. verwendbare Frequenz einsetzen
- Wenn die Sonne untergeht, wird die D-Schicht weniger ionisiert und die Dämpfung verringert sich innerhalb kurzer Zeit
- Das ist auch der Grund warum entfernte Mittelwellen-Stationen erst am Abend / Nacht empfangen werden können (falls man noch welche findet)

$$D_{\text{absorb}} \approx \frac{1}{f^2}$$

E-Schicht

Kennelly-Heaviside

- Die E-Schicht befindet sich ca. 90-140 km Höhe über der Erdoberfläche
- Wenn die Sonne die Ionosphäre bestrahlt, verursacht dies eine Anreicherung von Ionen. Die maximale Dichte wird um die lokale Mittagszeit erreicht.
- Nach Sonnenuntergang fällt die Ionisation schnell wieder ab, die E-Schicht löst sich während der Nacht fast vollständig auf.
- Das Ganze ist von der Tageszeit, der Jahreszeit und dem Sonnenzyklus abhängig
- Die E-Schicht reflektiert Signale um 2-4 MHz (foE) während des Tages

F-Schicht

Appleton

- Oberhalb der E-Schicht gibt es noch die F-Schicht. diese besteht aus 2 Schichten (F1 & F2), diese re-kombinieren während der Nacht.
- Die F1-Schicht befindet sich etwa in einer Höhe von 140-210 km. Sie verfügt nur über geringe Reflektionseigenschaften, da die Elektronendichte sehr dünn ist
- Die höhere F2-Schicht (210-400 km) existiert nur während des Tages.
- In der Nacht rekombinieren (vereinigen) sich die F1 und die F2-Schicht zu einer einzigen Schicht.
- Die F-Schicht ist die am wichtigsten für die Kurzwellenübertragung -> Tag und Nacht, 24h lang

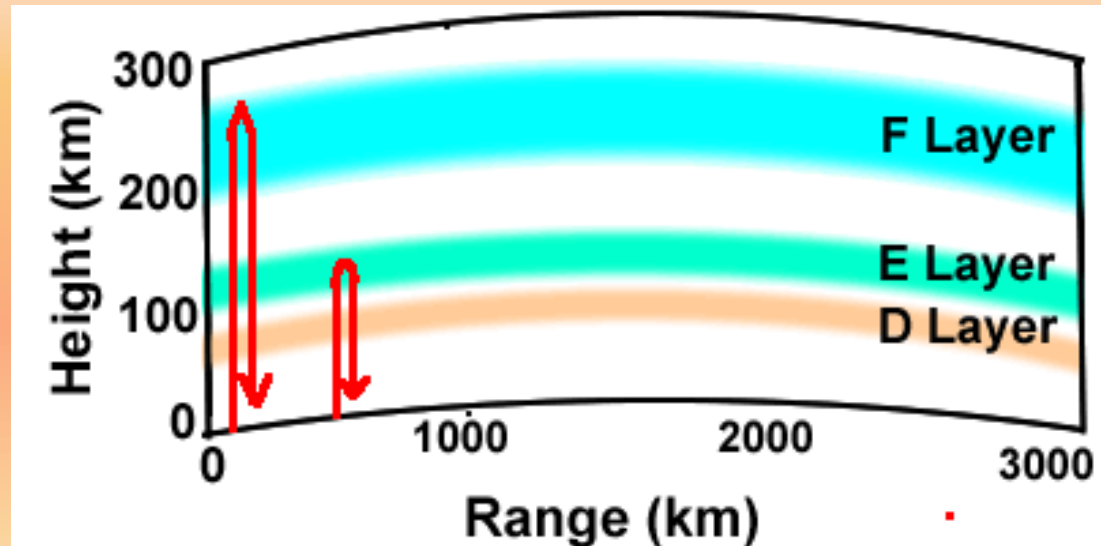
Kritische Frequenz (Critical Frequency - CF)

- Die **CRITICAL FREQUENCY (CF)** ist die höchste Frequenz welche unter einem Winkel von 90° (vertikal) von der Ionospäre zurück zur Erde reflektiert wird.
- Nicht zu verwechseln mit vertikal polarisierter Welle.
- Wenn die Critical frequency einmal die Ionospäre passiert hat, können die Wellen nicht mehr reflektiert werden gehen im Weltall für jegliche weitere Kommunikation auf Erden verloren!
- Eine Critical Frequency (CF) existiert für die E-Schicht (foE) als auch für die F-Schicht (foF2)

Kritische Frequenz (CF) E & F2-Layer

- Für NVIS (Near Vertical Incident Skywave) Ausbreitung müssen die Betriebsfrequenzen etwas unterhalb der Critical Frequency (CF) liegen (85%)
- E-Layer ca. 2-4 MHz
- F-Layer 4-10 MHz *)

*) manchmal höher!
Abhängig von SSN
geo. Breite &
Tageszeit

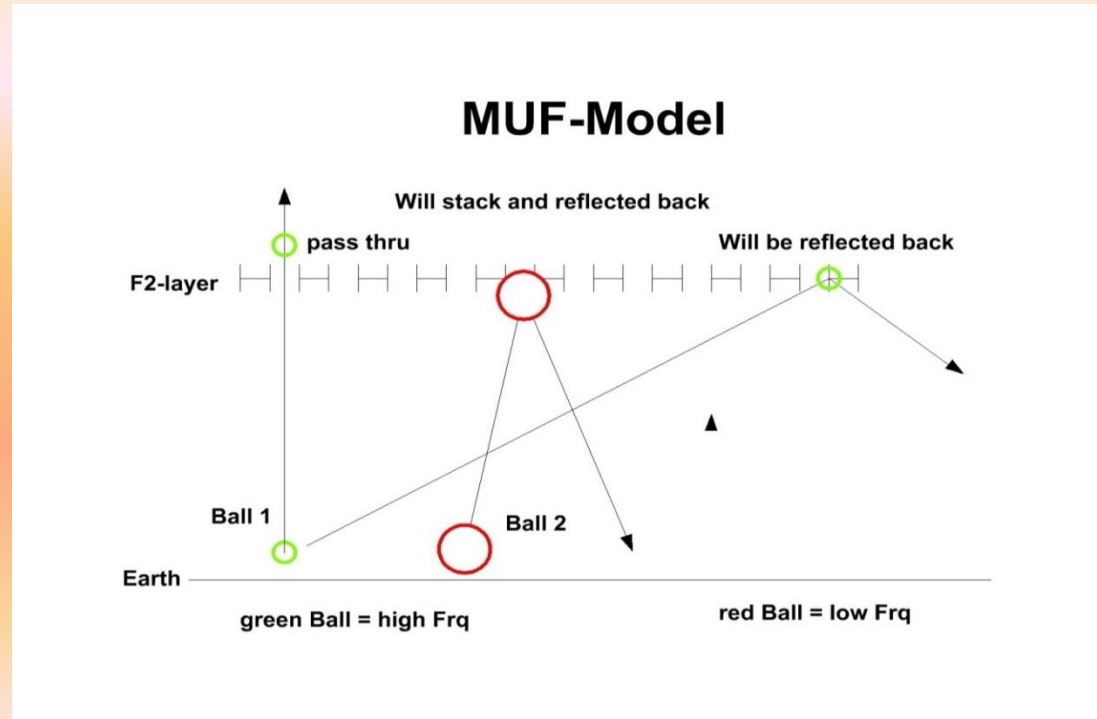


MAXIMUM USABLE FREQUENCY MUF

- Der Begriff “**MUF**” steht für “**MAXIMUM USABLE FREQUENCY**” (max. verwendbare Frequenz)
- Wenn ein Radiosignal senkrecht in die Ionosphäre gesendet wird, wird es ab einer bestimmten Frequenz nicht mehr zur Erde zurück reflektiert. Dies ist die **CRITICAL FREQUENCY (CF)**
- Wenn dieser vertikale Winkel 60-90° näher zum Boden gebracht wird 3-30° (Abhängig vom Antennenaufbau), können wesentlich höhere Frequenzen reflektiert werden
- MUF-Multiplikator kann man mit $1/\sin(\text{angle in } ^\circ)$ berechnen.
MUF= MUF-Multiplikator x critical frequency (CF).
Die mögliche Betriebsfrequenz steigt an!

MUF Maschendraht-Modell (F2-Layer ist Maschendraht)

- Je niedriger der Strahlungswinkel, umso höhere Frequenzen kann man verwenden



MUF Faktor & CF

TOA (Rad.Angle)	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°
Multiplifier	1.0	1.02	1.06	1.15	1.31	1.56	2.0	2.9	5.8

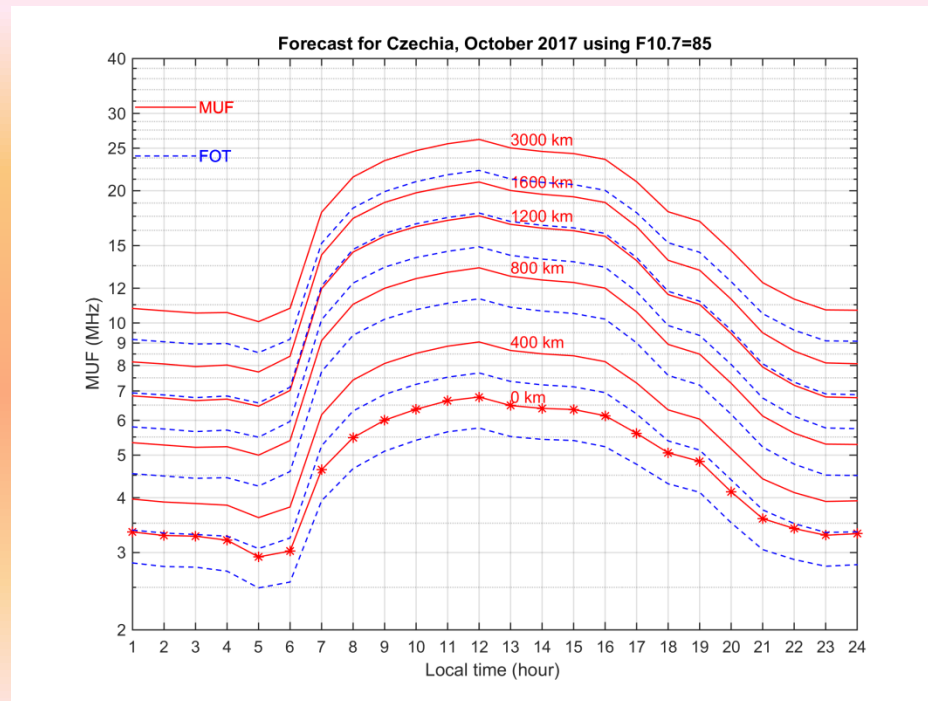
- Bei einem Winkel von zum Beispiel 40° ist die MUF 1,56 mal höher als die kritische Frequenz (foF2), die beispielsweise von 7 MHz (foF2 vertikal) auf 10,5 MHz MUF ansteigt
- Wichtiger für DX-Verbindungen.
- Weniger wichtig für NVIS-Ausbreitung, da dort Antennen mit hohem Abstrahlwinkel verwendet werden

TOA = Takeoff-Angle

MUF Faktor & CF (Beispiel Tschechien Okt. 2017)

Einfluss des MUF Faktors auf die Entfernung

FOT = 0.85 MUF, FOT = Frequency of optimum Traffic



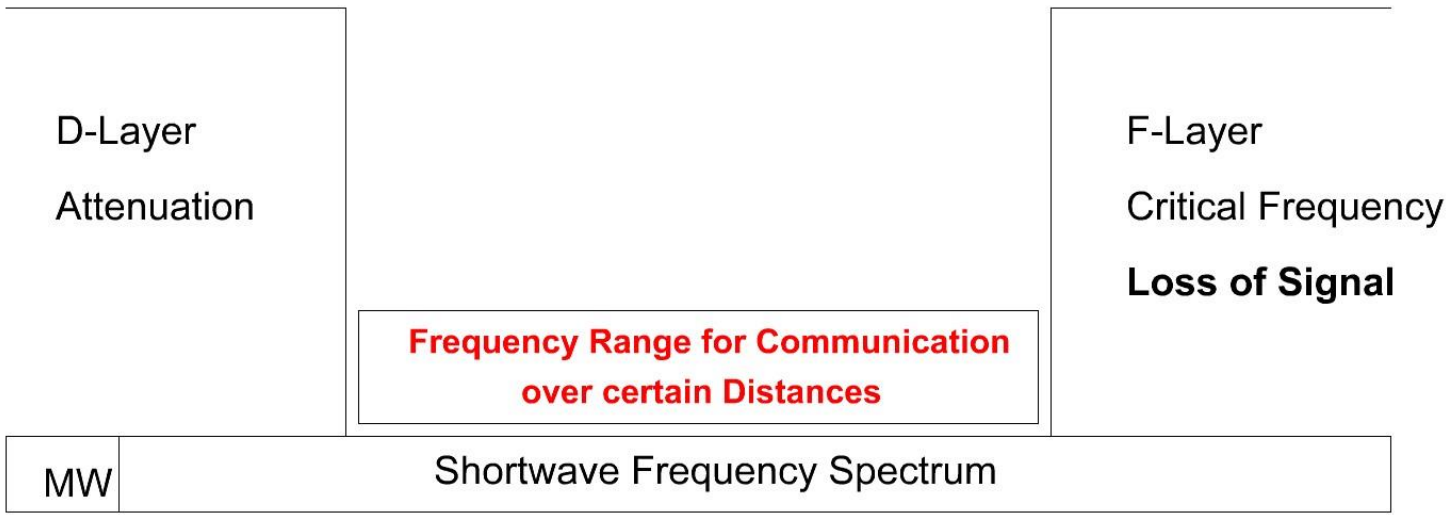
Das Dilemma von NVIS zwischen CRITICAL FREQUENCY und D-Schicht

- **Zu hoch:** Verbindungen oberhalb der CRITICAL FREQUENCY ist erfolglos, da die Signale nicht mehr zur Erde zurück kehren!
- **Zu niedrig:** Während der Tageszeit sollen Verbindungen auf niedrigen Frequenzen, wegen der Dämpfung der D-Schicht vermieden werden, da die niedrigen Freq. eine höhere Dämpfung erleiden.
- **Problem** ist wie **zwischen Baum und Borke stecken**
- Es steht nur ein **eingeschränkter Frequenzbereich** für NVIS bereit
 - Die untere Freq. wird von der Dämpfung der D-Schicht bestimmt
 - Das obere Ende von der F-Schicht. (Verlust des Signals ->foF2)
- **Empfehlung:** Wähle Freq. etwas unterhalb der Critical Freq., geringere Dämpfung (15% niedriger -> FOT = Freq of optimum Traffic)

Das Dilemma von NVIS zwischen CRITICAL FREQUENCY und D-Schicht Dämpfung

Auswahl der “RICHTIGEN” NVIS Frequenz

The two constrains in selecting our Operation Frequency

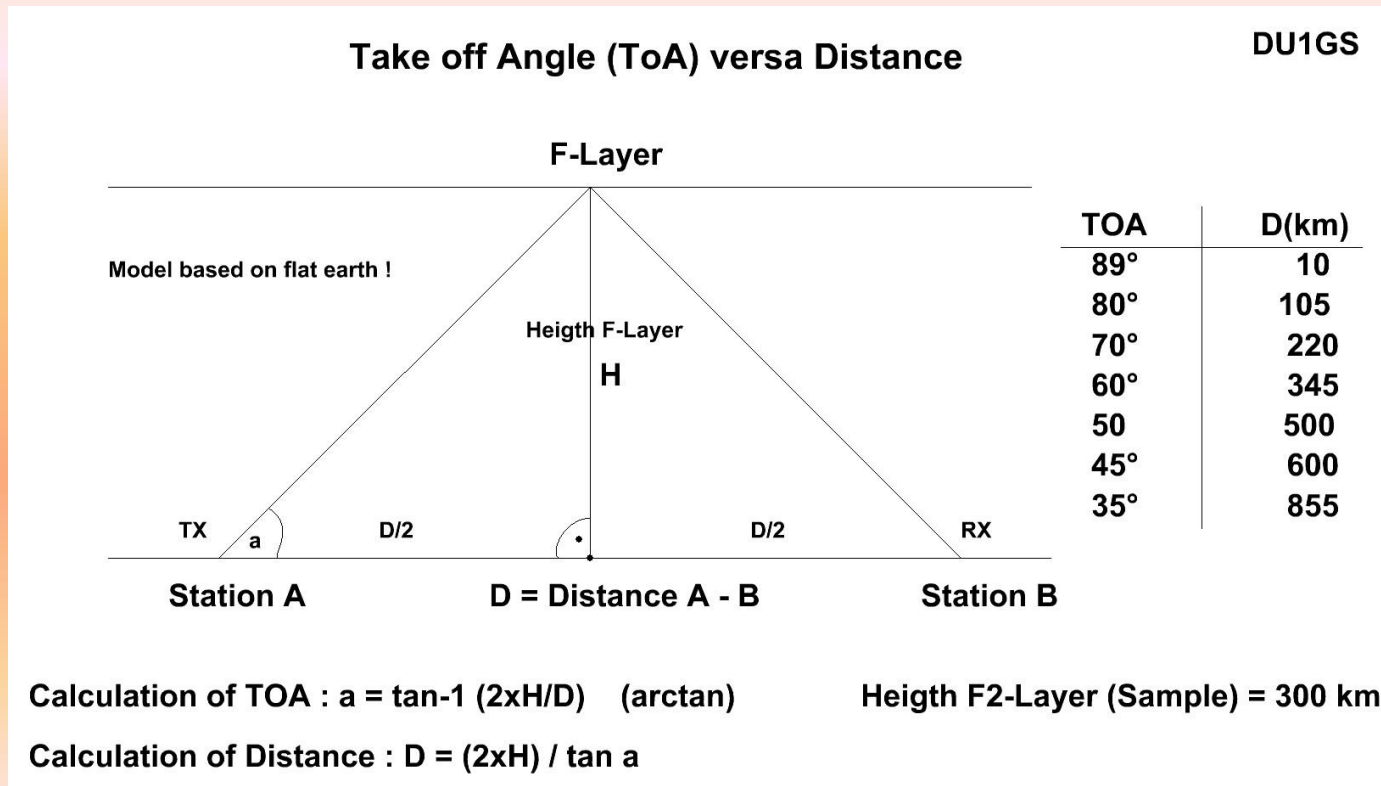


Antennen-Abstrahlwinkel (TOA = Take-off Angle)

- Der Winkel unter dem die Funkwelle die Sendeantenne verlässt, wird als „Abstrahlwinkel“ (Engl. Take-off-Angle TOA) bezeichnet.
- Wenn eine Funkwelle die Antenne verlässt, wird sie unter gewissen Umständen in der Ionosphäre zurück zur Erde reflektiert
- Bei einem hohen Abstrahlwinkeln werden die Signale in kurzer Entfernung vom Sender wieder zurück zur Erde reflektiert.
- **Für lokale und regionale Versorgung brauchen wir einen hohen Abstrahlwinkel (TOA) -> NVIS**
- Für lokale und regionale Abdeckung sollte ein niedrig hängender horizontaler Dipol verwendet werden. Keine vertikale Antenne!

Reflektionswinkel an der Ionoshäre Nahbereich & regionale Versorgung

Reichweite hängt vom Antennen-Abstrahlwinkel ab



Vorteile des NVIS Konzepts 1/2

- "Skip-Zone"-freie omni-direktionale Kommunikation ist mit NVIS möglich. Auch „TOTE ZONE“ genannt, ist der Bereich zwischen der Bodenwelle und der F2-Abdeckung unter niedrigem Abstrahlwinkel
- Fast konstanter Signalpegel (RSL) im Versorgungsbereich, weniger Fading. Weniger Multi-Path-Signale -> gut für DATA
- Das Rauschen (QRN) wird reduziert, da es gewöhnlich an der Antenne unter niedrigem Winkeln ankommt ($<20^\circ$) und die NVIS-Antenne unterdrückt diesen niedrigen Winkelbereich (**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 Portabelbetriebs
- Militär / Para-Militär HF-Manpack haben ca. 20-30W Ausgangsleistung

Vorteile des NVIS Konzepts 2/2

- Die Geländeform wirkt sich nicht auf die Ausbreitung des Signals aus
- Die Orientierung von Dipolen und Inverted-Vee-Antennen ist nicht so kritisch, da sie niedrig installiert sind. Was zu einem omni-direktionalen Antennendiagramm führt.
- Keine hohen Maste erforderlich -> schnelle Bereitstellung möglich
- Für „Radio Direction Finder“ (RDF) (hostile Groups) ist es schwierig horizontal polarisierte NVIS-Signale zu lokalisieren. Da dies besser unter Bodenwellen-Ausbreitung (vertikal) funktioniert. NVIS verwendet jedoch steil einfallende Raumwellen-Ausbreitung
- NVIS überdrückt Bodenwellen und minimiert so deren Ausbreitung, was sonst zu Multi-Path Fading führen würde -> schlecht für Daten-Übertragung

NVIS Ausbreitung

Zusammenfassung

- NVIS benötigt keine speziellen Geräte
- Nur horizontale, in geringer Höhe installierte Draht-Antennen
Keine Vertikal-Antenne!
- Als ein System, sollten alle Stationen NVIS-Antennen verwenden
- Mit NVIS kann man gute Abdeckung im Nah- und Regionalbereich erreichen. Reichweiten von 600km und mehr sind möglich
- Es ist nur eine geringe Sendeleistung notwendig, max. 100W, meist auch weniger bei richtiger Frequenzwahl
- Oft werden erstaunlich gute Signal/Störabstände erzielt
Dies ist gut für SSB und Datenübertragung
- Es sollten jedoch für Notfunknetze Betriebskonzepte erstellt werden, nicht nur Frequenzen sondern auch Verfahren für Frequenzwechsel festlegen.

Zusammenfassung

- Mit NVIS kann man gute Abdeckung im Nah- und Regionalbereich erreichen.
- Reichweiten von 600km und mehr sind möglich
- NVIS benötigt keine speziellen Geräte, nur horizontale, in geringer Höhe installierte Draht-Antennen
- Bei richtiger Frequenzwahl kann Tag- und Nachtbetrieb erreicht werden
- Als ein System, sollten alle Stationen in einem Netz NVIS-Antennen verwenden
- Es ist nur eine geringe Sendeleistung notwendig, max. 100W, meist auch weniger bei richtiger Frequenzwahl
- Gute Signal/Störabstände erzielbar ->Dies ist gut für SSB und DATA
- Es sollten jedoch für Notfunknetze Betriebskonzepte erstellt werden, nicht nur Frequenzen sondern auch Verfahren für Frequenzwechsel

Kurzwellen-Kommunikation auf lokaler und regionaler Ebene

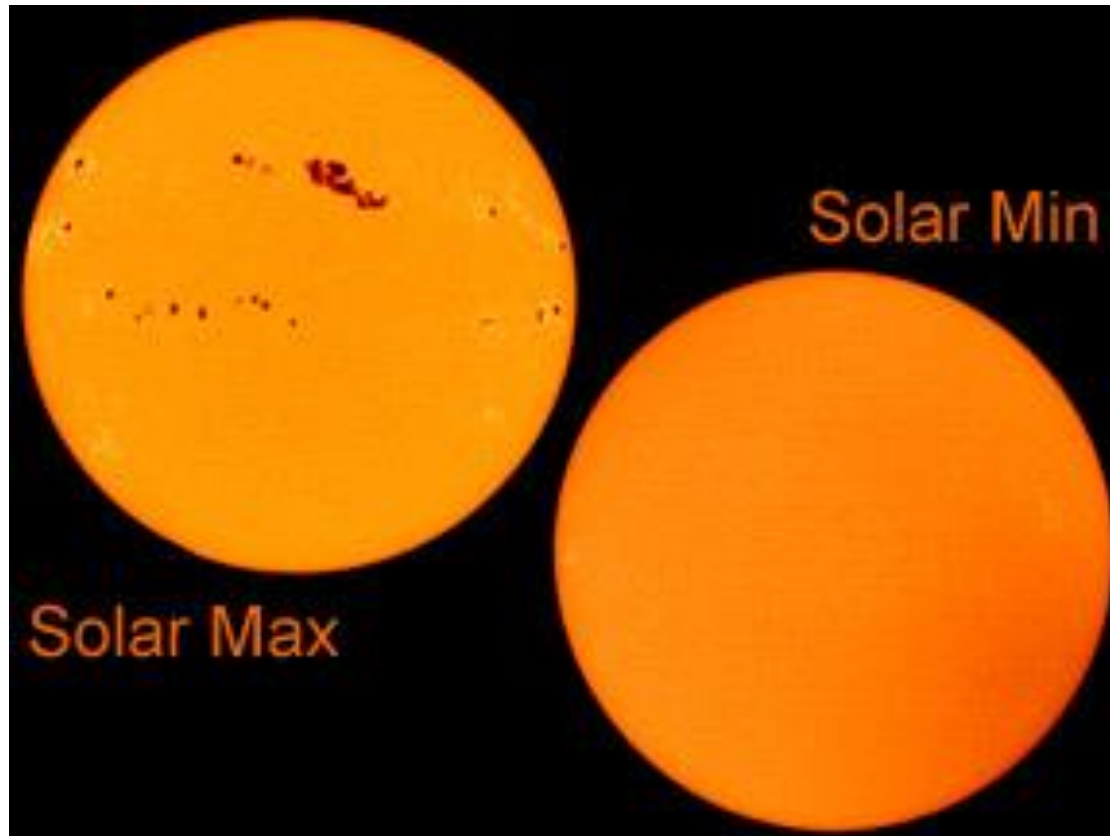
Einfluss der Sonne auf die Funkausbreitung

**We have presently (2018)
very low Sun Spots (only 0-20)!!!**

11-Jähriger Sonnen-Zyklus

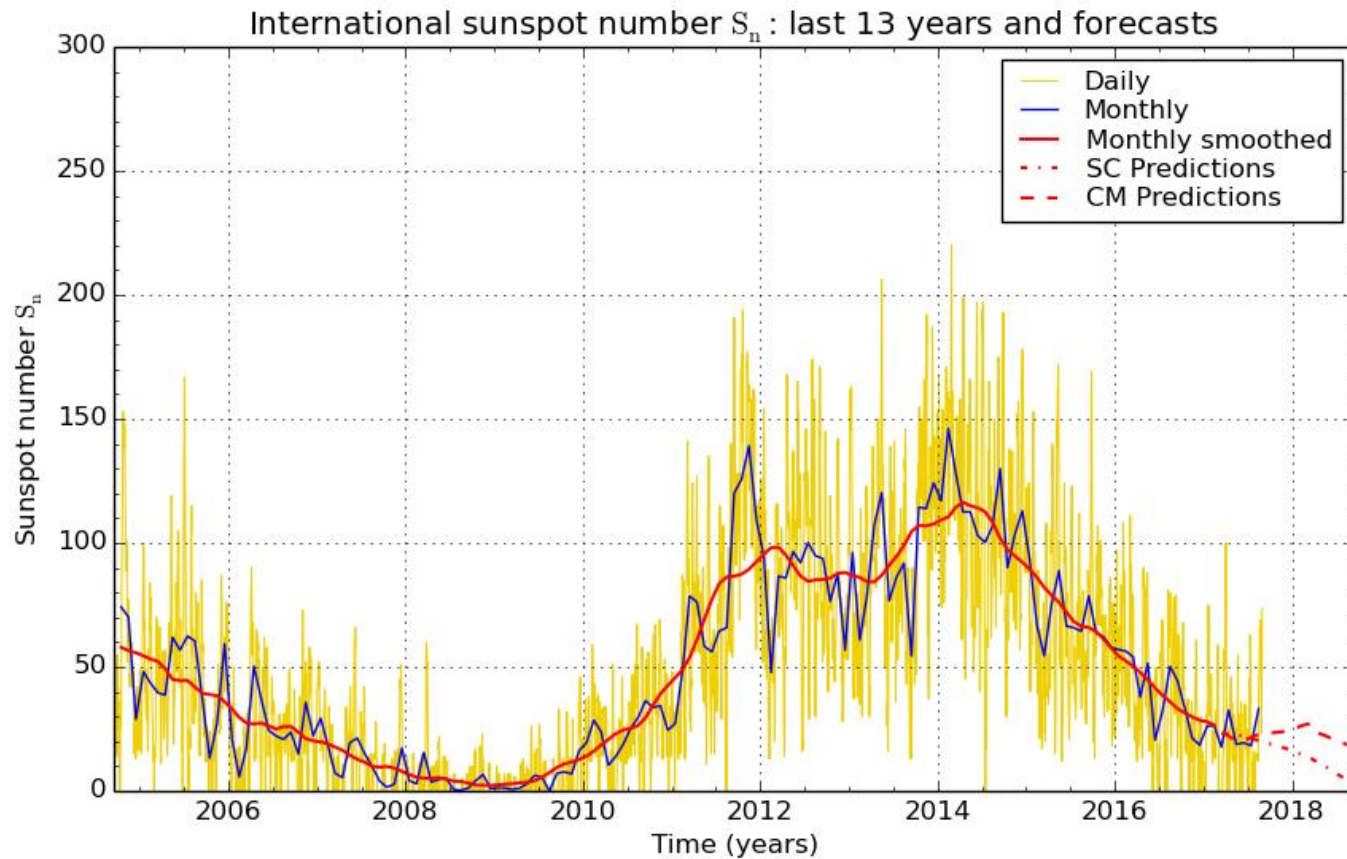
- Alle 11 Jahre durchläuft die Sonnen einen Zyklus der Sonnenflecken. Dies ist ein Durchschnittswert und kann zwischen den Maximas variieren.
- **Während der Zeit der niedrigen Sonnenflecken müssen Frequenzen auf niedrigeren Bändern verwendet werden.**
- Der Versuch große Distanzen während des Sonnenfleckminima auf den höheren Bändern zu arbeiten stellt eine schwierige Aufgabe dar.
- Auch für regionale Verbindungen ist es bei niedrigen SSN notwendig auf tiefere Frequenzen auszuweichen, speziell während der Nacht.
- Sonnenflecken können innerhalb weniger Tage schwanken, dies und die Variation des geomagnetischen Flusses (K-Index) sind die Ursache für kurzfristige Änderungen im KW-Ausbreitungsverhalten

Sonnenflecken



- Source: https://samuelastronomy.files.wordpress.com/2016/10/sunspots_max_min_sm.jpg

Solar Zyklus #24 (Tägliche Änderung der SSN)



SILSO graphics (<http://sidc.be/silso>) Royal Observatory of Belgium 2017 September 1

NVIS-Funkausbreitung

**Was versteht man unter
NVIS-Funkausbreitung?**

Was ist NVIS Ausbreitung?

NVIS ist eine besondere Form der Ionosphärenausbreitung

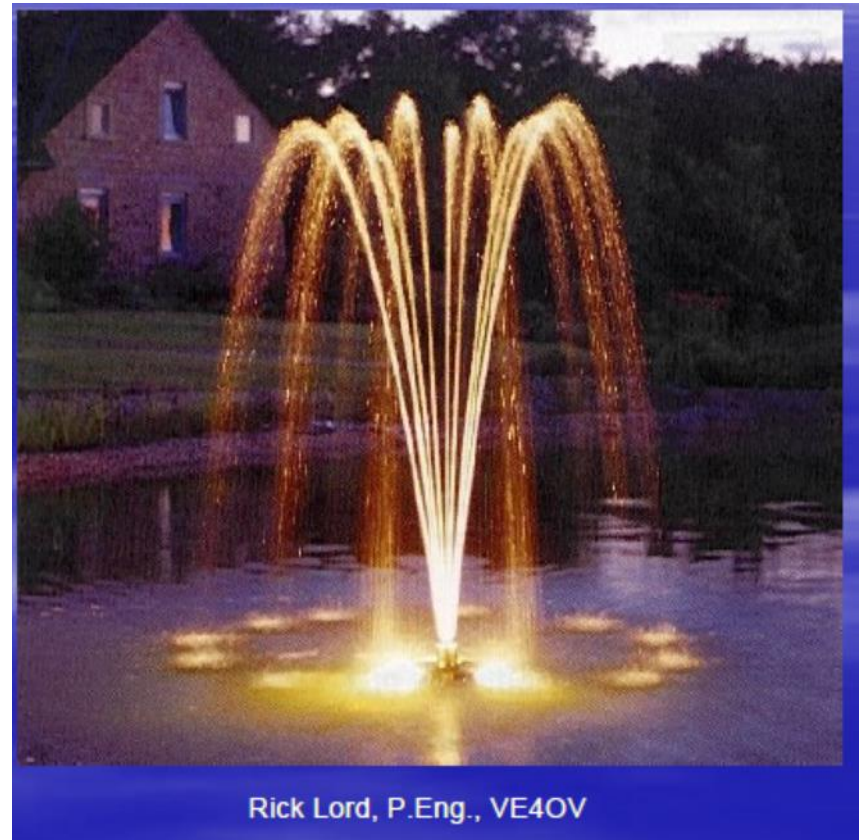
- NVIS = **N**ear **V**ertical **I**nsident **S**kywave -> **Steilstrahlung**
- Die F2-Schicht in 200-400km Höhe reflektiert *1) die Funksignale zurück zur Erde (Sky Wave Communications)
- NVIS kann die Kommunikation aus tiefen Tälern (wie Lake Taal) oder aus bergigen Gebieten ermöglichen
- **NVIS verwendet horizontal polarisierte, niedrig hängende Antennen !!!!**
- Die Installationshöhe sollte weniger als $\lambda/4$ sein, also unter 10m Höhe für 40m-Band, sogar $1/10 \lambda$ ist möglich.
- NVIS ist keine Bodenwellen-Ausbreitung mit vertikalen polarisierten Antennen

*1) <http://www.physicsclassroom.com/class/waves/Lesson-3/Reflection,-Refraction,-and-Diffraction>
Der korrekte Begriff ist Refraktion oder Brechung, jedoch ist weit verbreitet Reflektion!

NVIS Ausbreitung

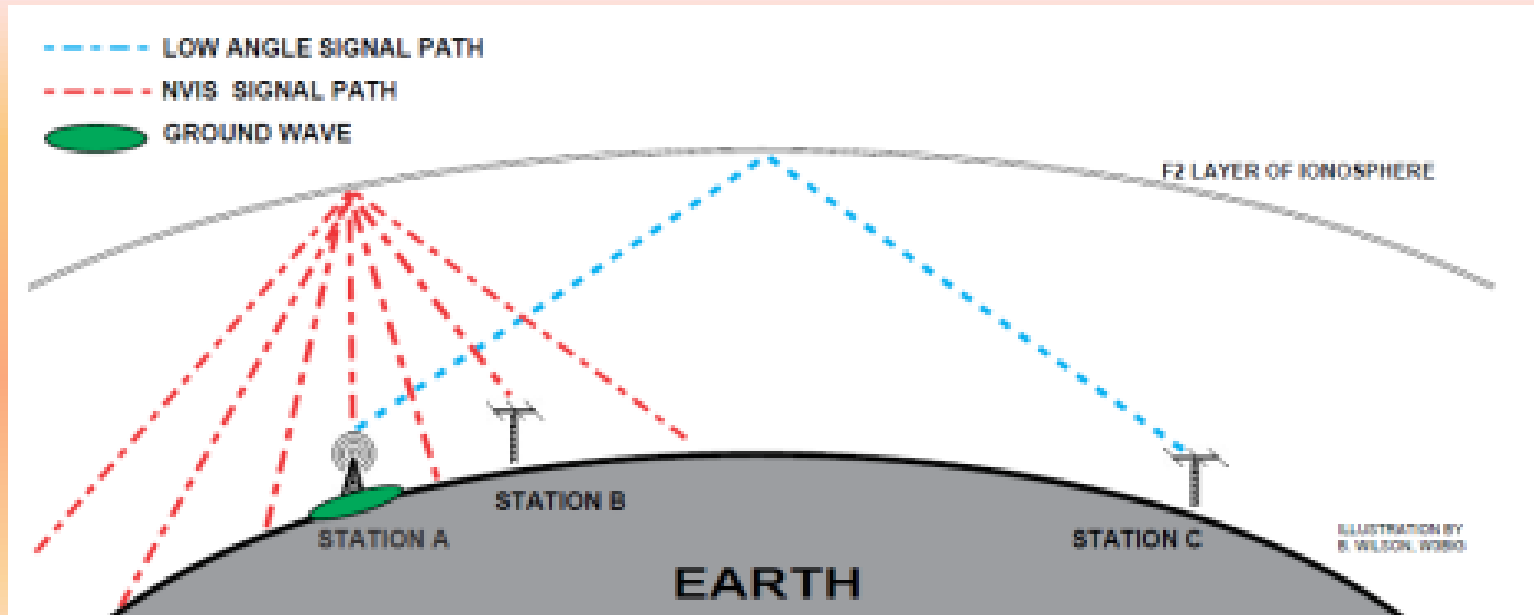
Vergleich mit Springbrunnen

- Das Licht -> 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 ($f < 10\text{MHz}$)**



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

Wie arbeitet NVIS (1/2)

- Sender-Signal geht senkrecht (Steilstrahlung, Raumwelle) in die Ionosphäre und wird zurück zur Erde reflektiert
- In einer Höhe von 200-400 Km existiert eine hochionisierte Elektronenschicht, diese Schicht heißt F2-Layer
- Sie wirkt wie ein großer Spiegel aus ionisiertem Gase
- Die verwendete Frequenz muss unter halb der aktuellen KRITISCHEN FREQUENZ (CF) liegen
- Stationen können innerhalb eines Radius von 400 km und weiter empfangen werden, dann ist es allerdings nicht mehr NVIS
- Die kritische Frequenz (CF) ist während des Tages ca. 5-10 MHz und erhöht sich mit dem Aufstieg der Sonne, gültig für Europa.

Wie arbeitet NVIS (2/2)

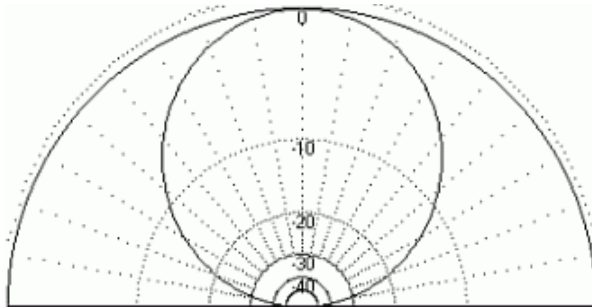
- Hängt von der SSN, der Jahreszeit und dem Breitengrad ab
- Nach dem Sonnenuntergang geht die kritische Frequenz (CF) während der Nacht herunter und erreicht am Morgen etwa zwischen 0400-0600 LT ein Minimum von 2-5 MHz je nach Sonnenflecken und Ort
- Nach Sonnenaufgang steigt die CF an und erreicht Mittags ihr Maximum
- Ignoriere die traditionellen Ratschläge “installiere die Antenne so hoch wie möglich” -

Für NVIS gilt -> installiere die Antenne niedrig!

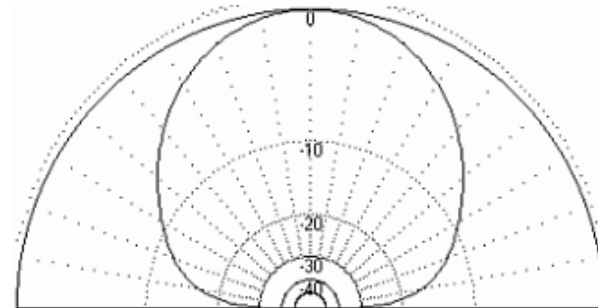
- Alle Stationen in einem NVIS-Netzwerk, sollten niedrig hängende , **HORIZONTAL** polarisierte Antennen für beste Ergebnisse verwenden

Antennen Diagramm für 4MHz / $\lambda=75m$ verschiedene Ant. Höhen über Grund

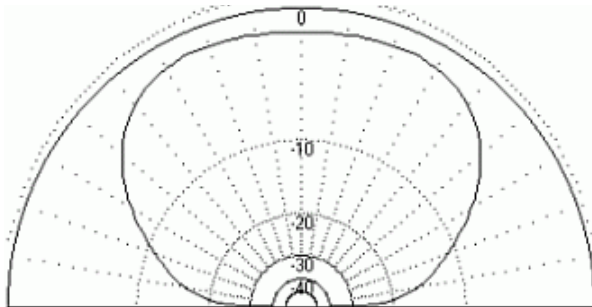
Height: 6m/ 0.08λ - 20m/ 0.25λ - 27m/ 0.36λ - 37m/ 0.5λ



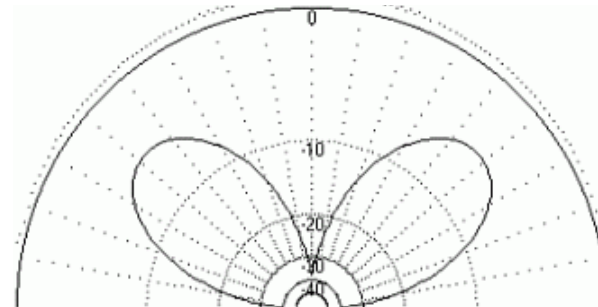
1a: 75-meter NVIS antenna at 20 feet high
The -10db ray is at about 38 degrees.
The -20db ray is at about 20 degrees.



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.

Kurzwellen-Kommunikation auf lokaler und regionaler Ebene

Auswahl der “richtigen” Frequenz

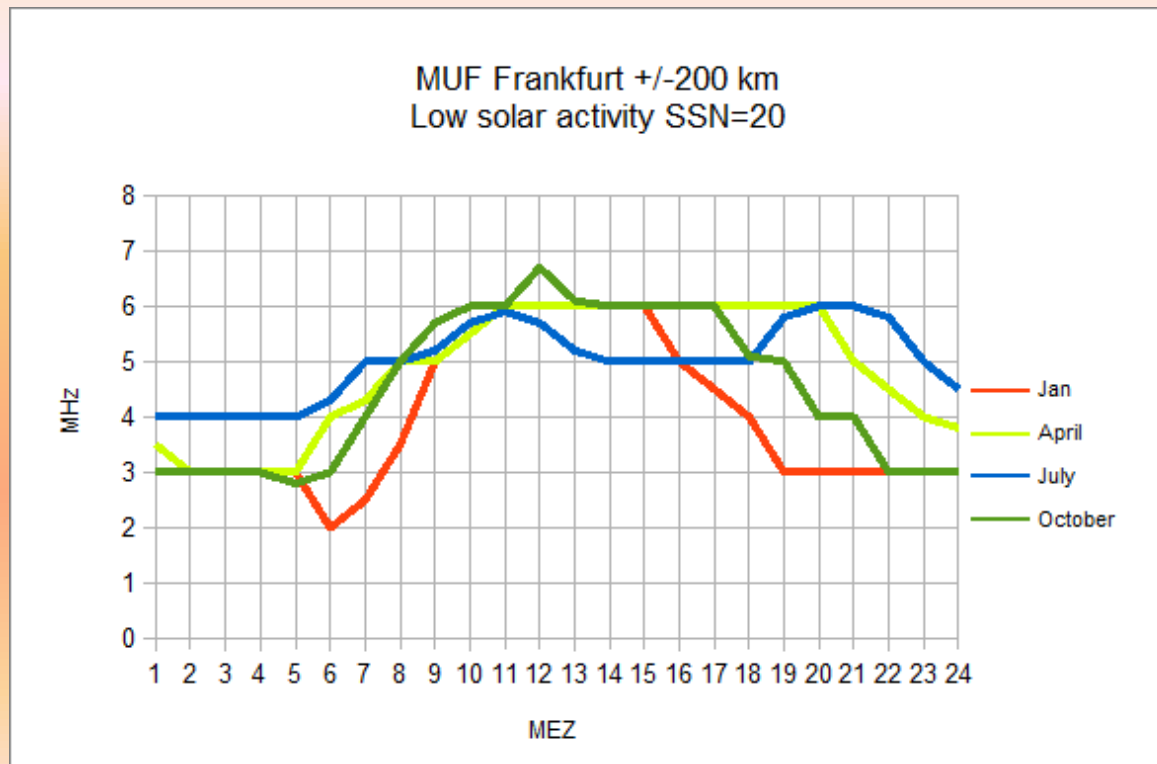
Auswahl der RICHTIGEN Frequenz für die Kurzwelle

Die Auswahl der besten Frequenz ist abhängig von

- der zu überbrückenden Entfernung
- der geografischen Lokation
- der Tags- & Nachtzeit
- den Jahreszeiten
- dem Sonnenflecken-Zyklus
- den Kurzzeit-Aktivitäten der Sonne (A & K-Index)
- und dem QRM etc. auf dem jeweiligen Band, **entscheidend ist S/N**

Die RICHTIGE Frequenz (Tagesverlauf Frankfurt)

- MUF Frankfurt SSN=20

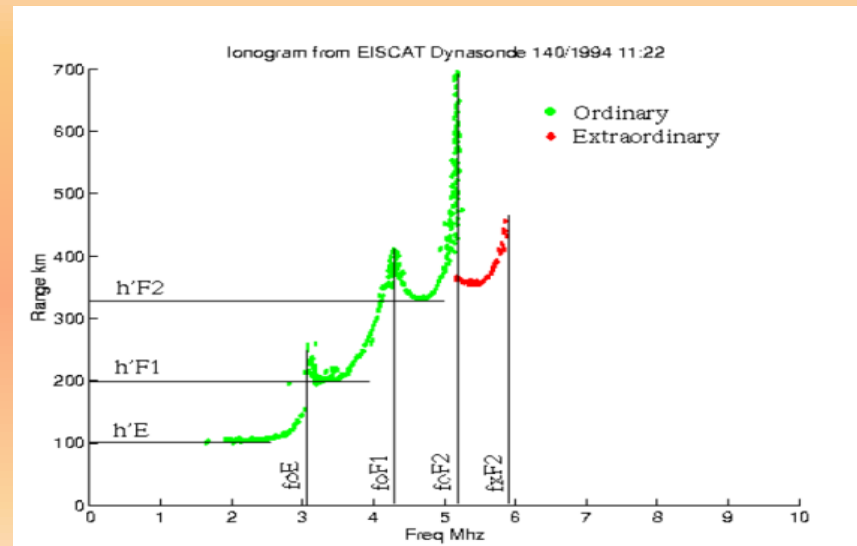


- Solch ein Diagramm sollte für jeden Monat angefertigt werden!

Ionogram / Ionosonde

Messung der Critical Frequency (foF2)

- http://www.ngdc.noaa.gov/stp/IONO/rt-iono/realtime/RealTime_foF2.html
- Eine Ionosphären-Sonde sendet Signale senkrecht nach oben und empfängt diese Frequenzen wieder, wenn sie zurück reflektiert werden.
- Dabei wird ein Frequenzbereich zwischen 1-20 MHz gewobbelt
- Die Antennen strahlen senkrecht nach oben und die Laufzeit zwischen dem SENDEN und dem EMPFANGEN der Echos von der Ionosphäre, geben Hinweise auf die Höhe der Schichten, sowie Elektronendichte.
- **Funktioniert wie ein Radar-System**
- Das Ionogramm zeigt auf der vertikalen Achse die Höhe der E or F-Schichten gegenüber der Frequenz auf der horizontalen Achse.



Tools für Frequenz-Vorhersage

Apps NVIS Propagation für Android (PlayStore)

- NVISProp

Windows Propagation Software

- Online-Software VOACAP
<http://www.voacap.com/p2p/index.html>
- [VOACAP \(Voice of America Coverage Analysis Program\)](http://www.voacap.com/)
<http://www.voacap.com/> (complex Software....)

Ionosphere Sonde

- <http://digisonde.oma.be/latestFrames.htm>

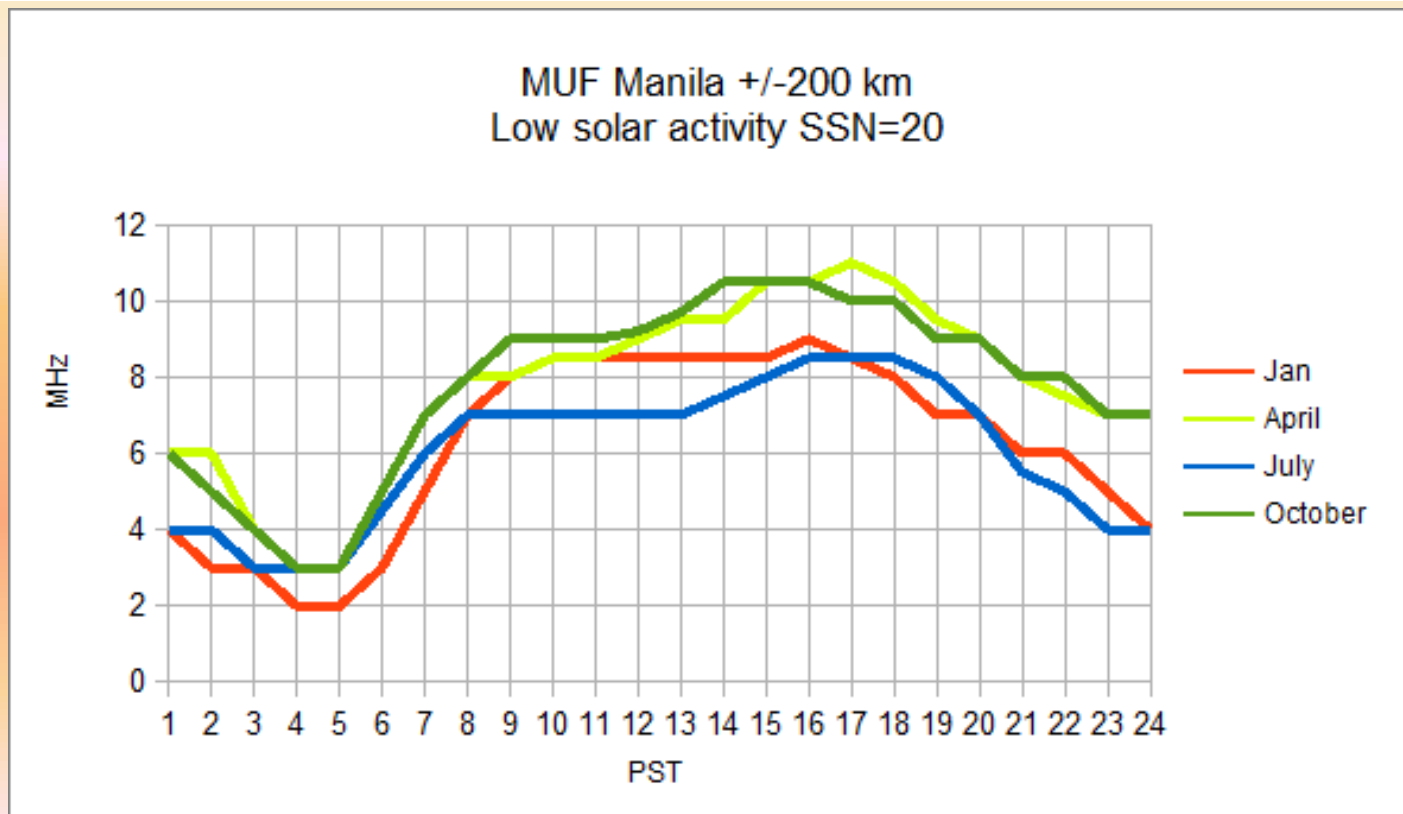
Frequenz-Auswahl für NVIS

Betriebsfrequenz ist sorgfältig auszuwählen

- Bleibe unterhalb der Critical Frequency (CF) (foF2)
- Frequency of Optimum Traffic (FOT) ist ca. 15% unterhalb der CF. Das bedeutet ca. 90% Wahrscheinlichkeit über die Zeit, anstelle von 50% CF.
- Sonnenaktivität, Tages- und Jahreszeit beeinflussen die Betriebsfrequenz
- Die Betriebsfrequenz sollte möglichst hoch gewählt werden, um eine minimale D-Schichtdämpfung zu erreichen (Attenuation $\sim 1/\text{Freq}^2$) -> jedoch noch nicht zu hoch, damit Signale nicht durch die Ionosphäre verschwinden.
- Verwende eine in der Nähe befindliche Ionosphären-Sonde oder ein Ausbreitungs-Programm
- Auch persönliche Erfahrung ist nützlich.

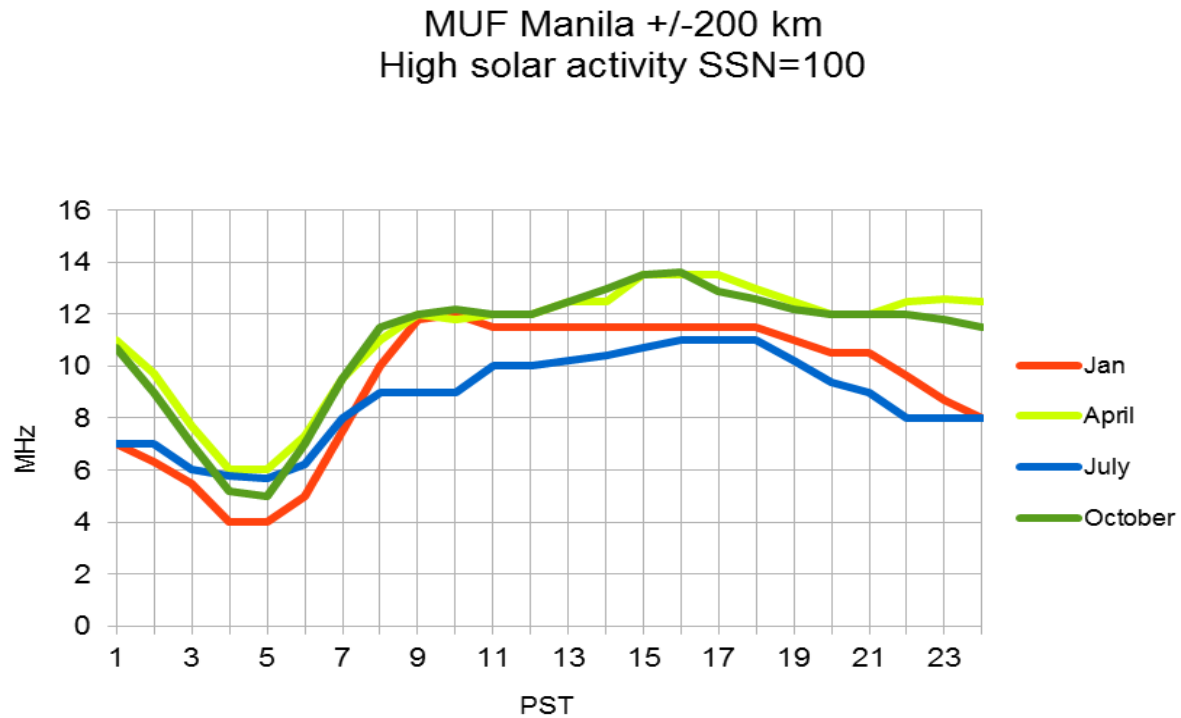
MUF Manila

During low solar activity



MUF Manila

During high solar activity



Kurzwellen-Kommunikation auf lokaler und regionaler Ebene

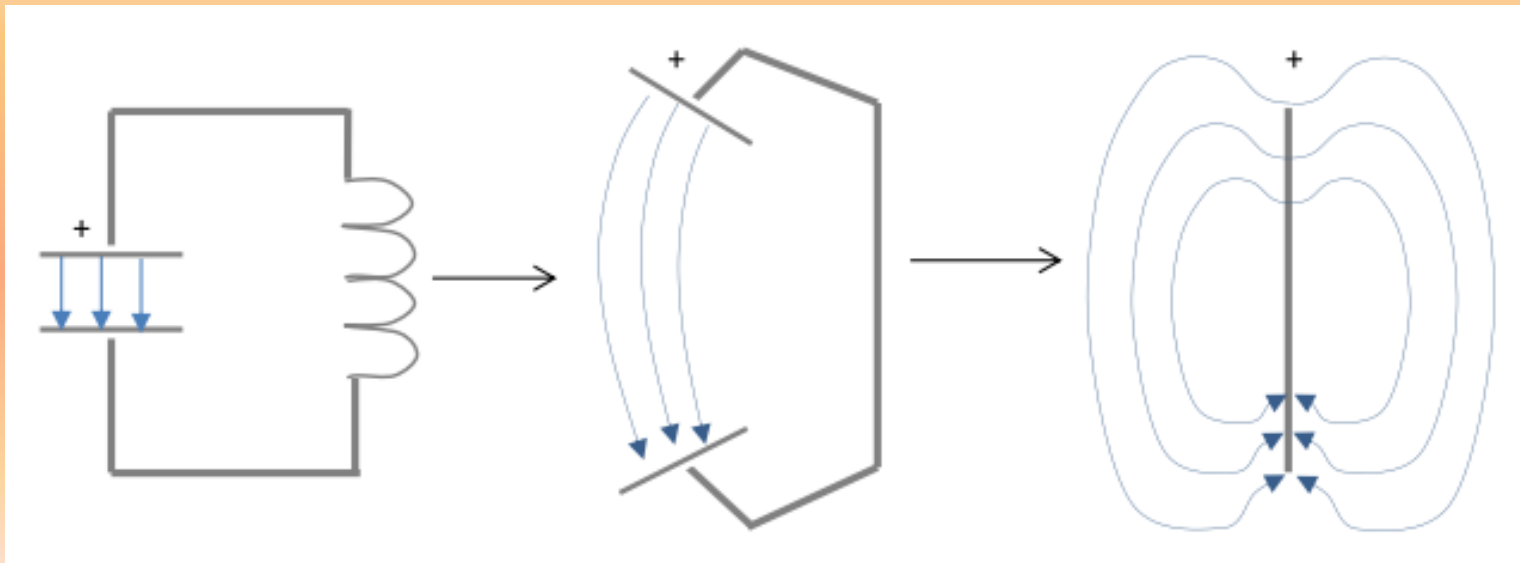
NVIS-Antennen

Antennen für Kurzwelle

Dipol - Grundprinzip

Entstehung des Dipols von einem LC-Schwingkreis hergeleitet

- Die Zeichnung zeigt, wie man sich die Entstehung eines offenen Schwingkreises vorstellen kann. Dabei werden die Kondensatorplatten auseinandergezogen. Die Induktivität ist der gestreckte Leiter des Dipols

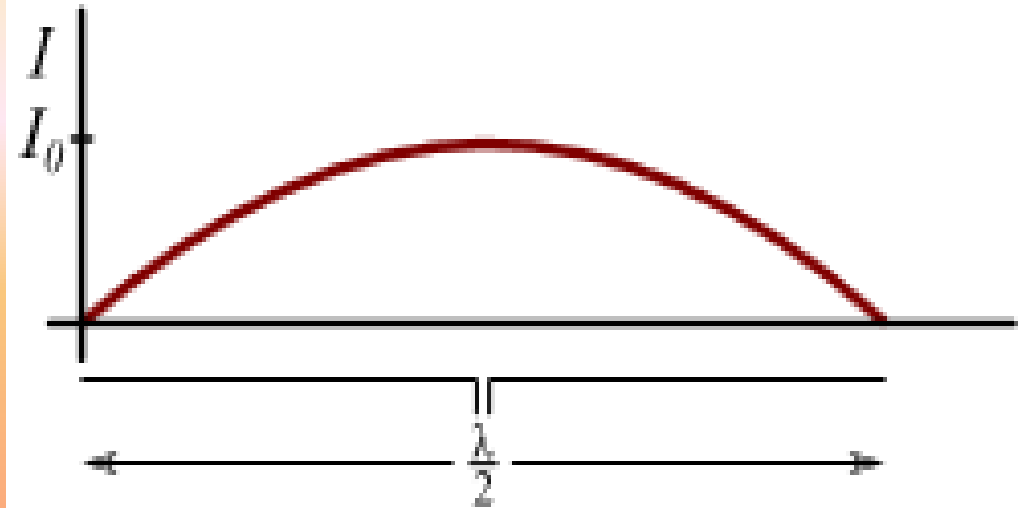


<https://www.abiweb.de/physik-elektromagnetismus/elektromagnetische-wellen/hertzscher-dipol.html>

Antenne für Kurzwelle

Dipol – einfachste Antennenform

Dipol Antenne



- Ein Dipol hat an den Enden immer einen niedrigen Strom und hohe Spannung
- **Nur die Region mit hohem Strom strahlt**, diese liegt am Einspeisepunkt!
- Im Speisepunkt beträgt die Impedanz ca. 73 Ohm (theoretisch)
- Wellenlänge λ (m) = 300 / F (MHz) oder Frequenz F (MHz) = 300 / λ (m)

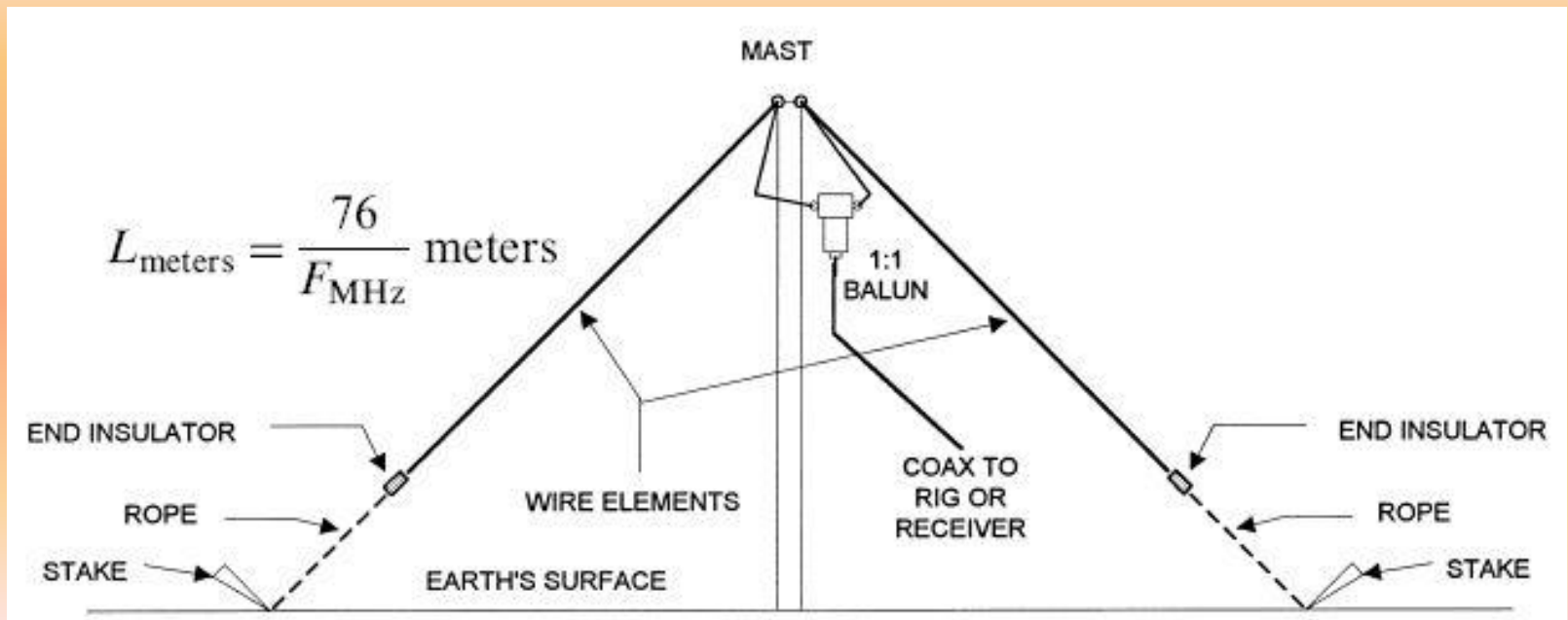
Antennen für Kurzwelle

NVIS-Antennen

- Jeder Dipol kann als NVIS-Antenne verwendet werden. Der Unterschied besteht 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 leitfähigen Boden spannen (Wüsten, Sandböden, Fels etc).
- Die niedrige Aufbauhöhe kann allerdings auch dazu führen, dass der Resonanzpunkt der Antenne sich verschiebt. Die Antenne wird durch die Bodennähe zusätzlich kapazitiv belastet (niedrigere Resonanz) und somit muss nachgestimmt werden.

Inverted Vee Antenne

- Inverted Vee-Ant bringt fast gleiche Ergebnisse wie ein gestreckter Dipol, braucht jedoch nur einen Mast
- **Auch die T2FD-Antenna kann als Inverted-Vee Antenne installiert werden**



T2FD-Antenne

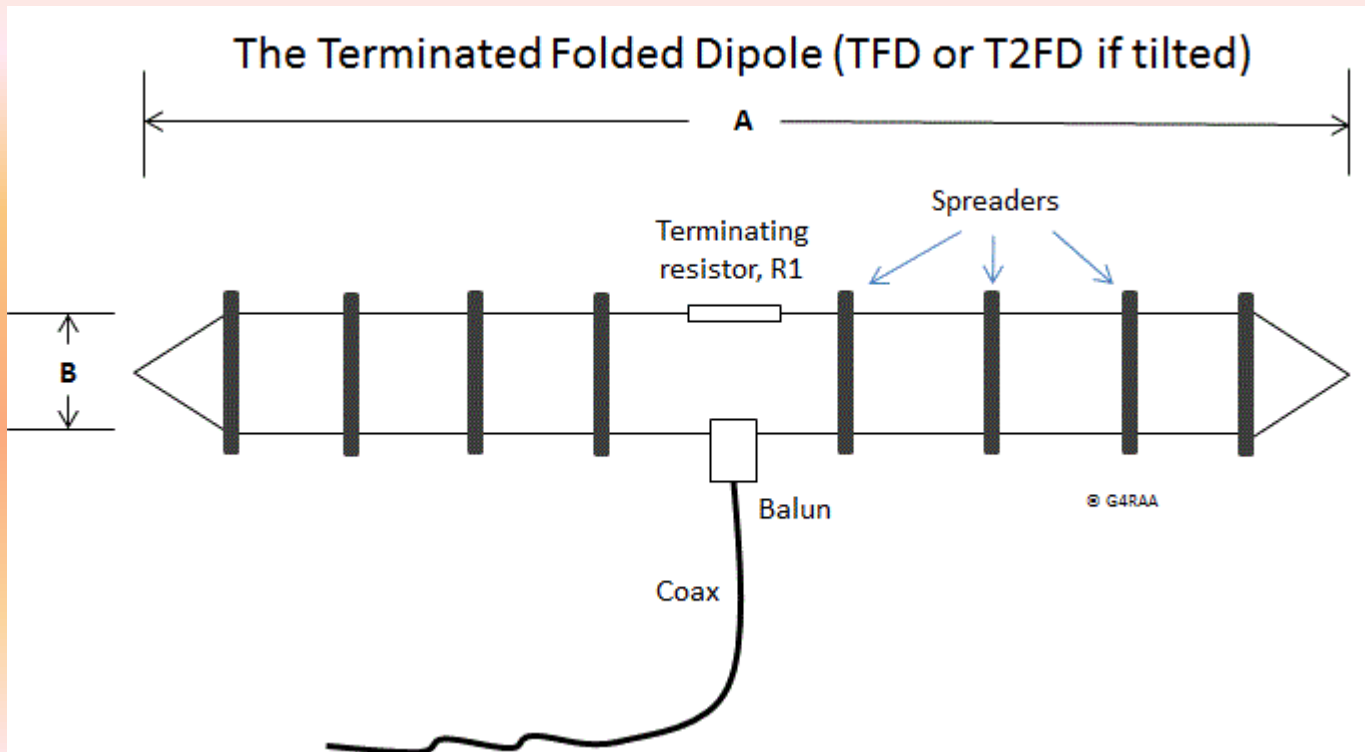
Was bedeutet das?

- TFD oder T2FD – **T**erminated (**T**ilted) **F**olded **D**ipole ist einem Faltdipol ähnlich, in dessen Mitte, gegenüber der Einspeisung ein Widerstand eingefügt ist.
- Der Vorteil ist eine grosse Breitbandigkeit und ein niedriges SWR über einen grossen Arbeitsbereich, somit wird meist 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 im Rahmen-(ca. 4db) > Siehe T2FD-Antenne
- Allerdings geht das Noise/Rauschen auch zurück, somit ist S/N konstant

Antenna for NVIS

T2FD Wide-Band Antenna

T2FD = Terminated Tilted Folded Dipole oder TFD = Terminated Folded Dipole



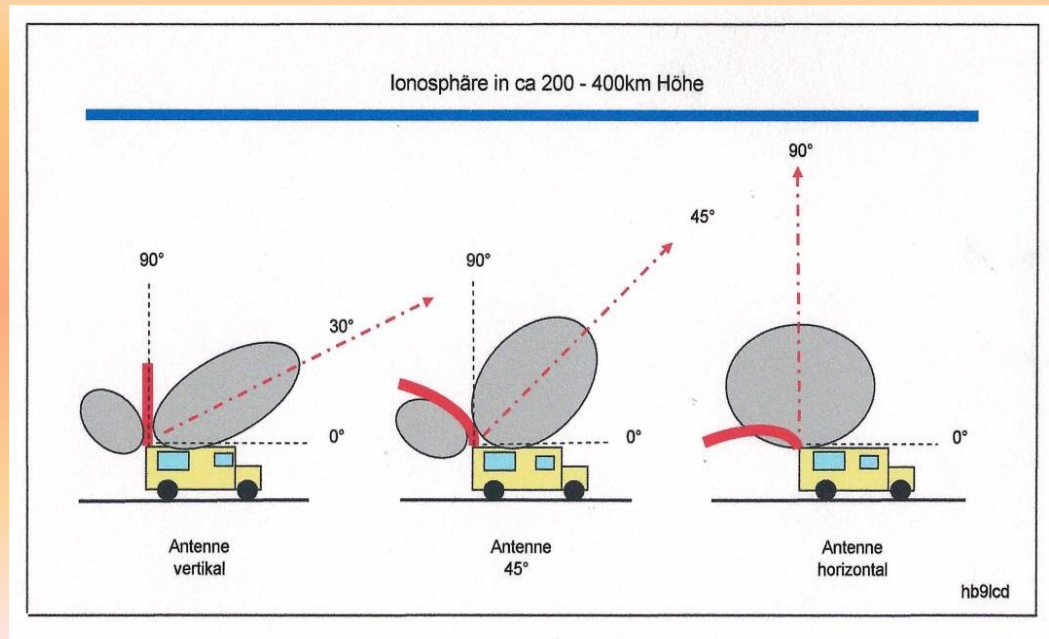
Mobilantenne für NVIS

Die übliche vertikale Mobilantenne ist nicht ideal für NVIS

- Zurückbiegen der vertikalen Mobilantenne, weg vom Fahrzeug
- oder einen horizontalen Draht (ca. 10m für 7 MHz) vom Fahrzeug weg in 2–3m Höhe befestigen .

Ende in einem Busch etc.

- $\lambda / 4$ Wavelength
- Antenne mit einem Tuner in Resonanz bringen
- Gute Erde am Fahrzeug



Horizontale Mobilantenne für NVIS

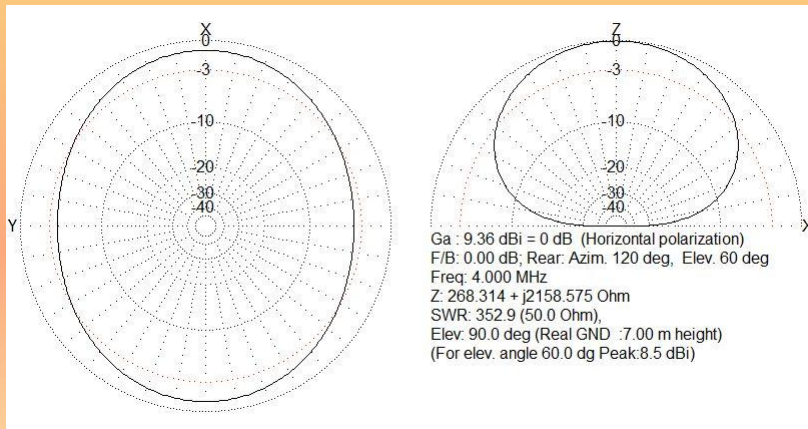
Zwei Mobil-Strahler als horizontale NVIS Antenne in 2-3m Höhe.

- Damit konnte von Bonn aus das Winlink-Gateway HB9AK gearbeitet werden (Dist. ca. 500km)
- Bandbreite schmal (10-20kHz), ->60m-Band
- Tests mit normalen Mobil-Strahler zeigten ca. 6db weniger Pegel als ein resonanter Dipole (7MHz)
- Für einen Kompromiss nicht schlecht, allerdings auf 80m dürften höhere Verluste auftreten



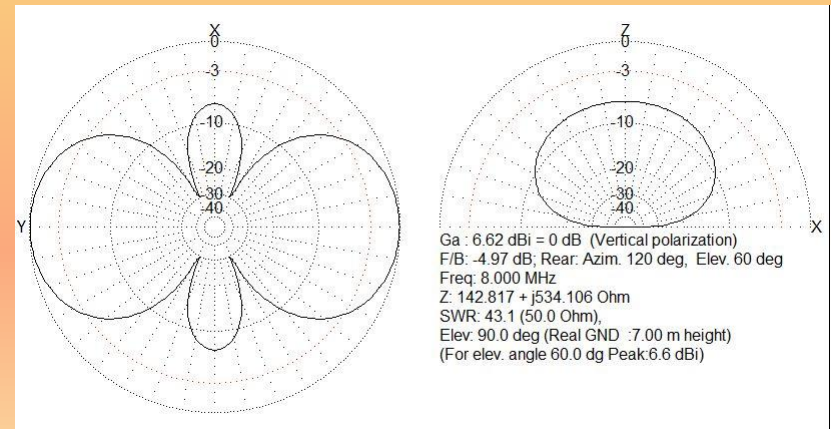
Antennen Design-Software (MMANA Antennen Prog.)

- Antennenlänge 60m -> **Resonanz Freq. 2.5 MHz**
- Nicht jede Drahtlänge ist jedoch günstig für jede Frequenz
- Horiz. & Vert. Diagramm bei verschied. Freq, Höhe 7m, Ant TOA = 60°



4 MHz (omni directional)

Sehr brauchbar für NVIS



8 MHz (non omni directional)

Weniger brauchbar, tiefe Einzüge in Diag.

Installation der NVIS-Antenne

- Antennen-Installationshöhe ca. 0.1λ bis max. 0.25λ über Boden ($\lambda =$ Wave length). Also 80m -> 20m max., 40m -> 10m max.
- Antenne kann auch niedriger installiert werden, mit etwas Verlust . Sogar Aufbauhöhen von 3m über Grund sind für NVIS nicht ungewöhnlich.
- Die Aufbauhöhe beeinflusst das Antennen-Diagramm und die Impedanz!!!
- Befestige die Mitte der Antenne an einen Mast (H=6-10m). Wenn inv-Vee befestige die Enden in ca. 2.5m wegen Berührungsschutz.
- **Beachte Sicherheitsstandards, halte Abstand zu Hochspannungsleitungen**
- Beachte die nachfolgende Folie, wenn Ant. an beweglichen Objekten befestigt wird. -> bewegliches Gegengewicht
- Bei inv-Vee lasse die Enden leicht durchhängen, weniger mech. Stress

Horizontal polarisierte NVIS-Antenne

Antennen-Diagramm

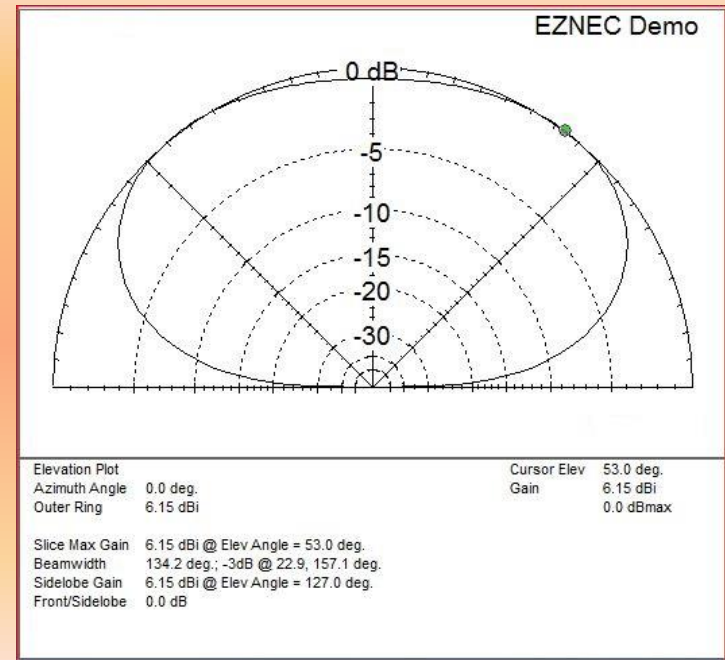
Typical Diagram for NVIS

- Signale mit Strahlungswinkel 35°- 90° (NVIS) haben vollen Gewinn
- **Signale mit niedrigem Strahlungswinkel 0°-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° (105 km)	-0.5 dB
70° (220 km)	0 dB
60° (345 km)	0 dB
45° (600 km)	0 dB
35° (855km)	-1.0 dB

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

(TOA=Take off Angle)



Vertikale Antenne - ist keine NVIS !

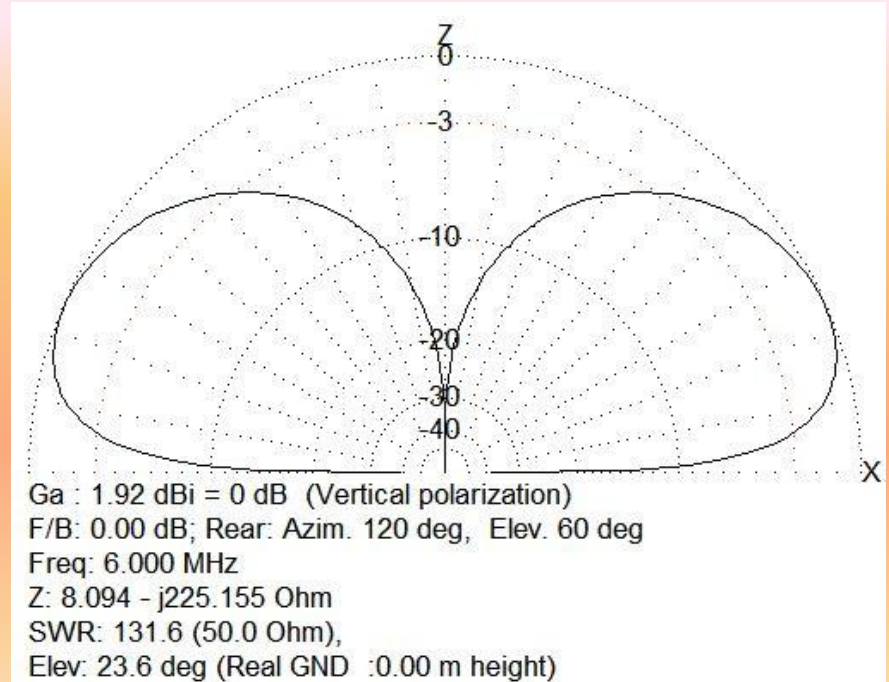
Antennen-Diagramm

Antennendiagramm für vertikale Antenne

Shakespeare Galaxy 5310 L=7m (Sample)

- Gut für GROUND WAVE Propagation
- 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



- **Dämpfung muss 2x genommen werden, wenn auf beiden Seiten vertikale Antennen eingesetzt werden**

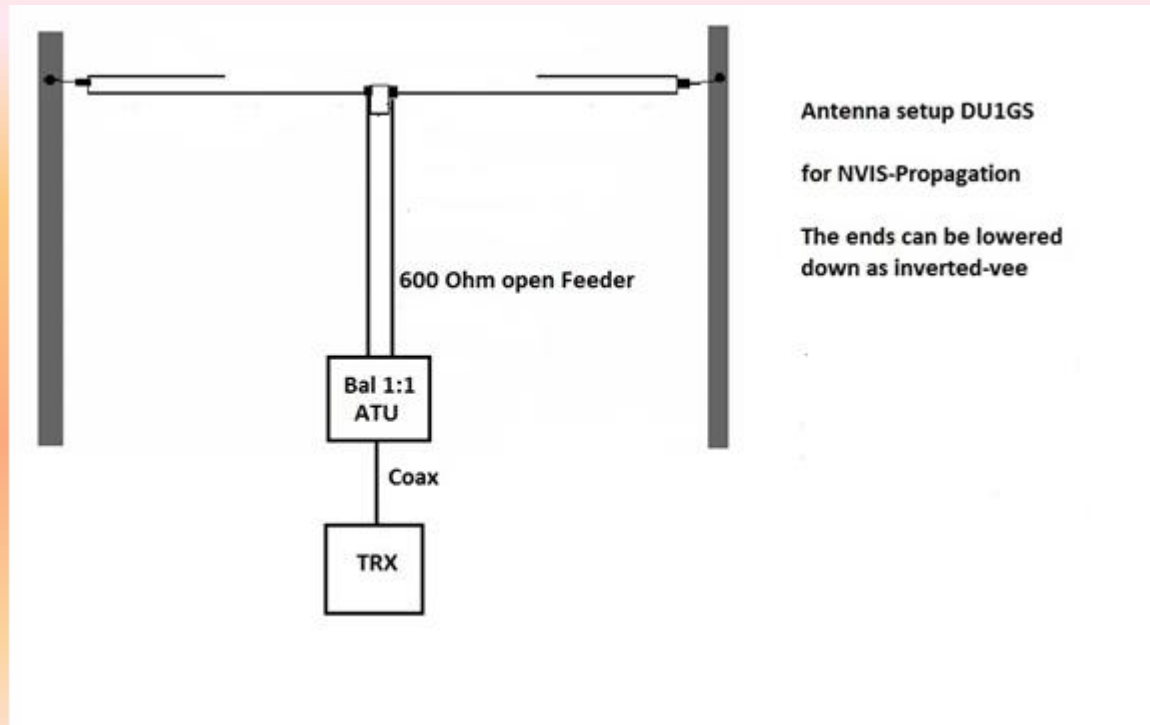
Separate Tag- und Nacht-Antenne

Warum brauchen wir verschiedene Antennen?

- MUF während des Tages -> höhere Freq.
- MUF während der Nacht -> niedrig Freq.
- Abhängig von SSN, u.U. sehr niedrige Freq. während der Nacht
- Antennendiagramm beachten, wegen der Aufzipfelungen bei höheren Frequenzen
- Verwendung von 2 Antennen, eine kürzere, breitbandige für den Tag (mehrere Bänder erforderlich), sowie eine längere, fest abgestimmte für die Nachtfrequenz

Reduzierung der Installationslänge

- Durch zurückbiegen der Drahtlänge von ca. 1/3 kann man Länge sparen



SWR Messung

Antennen-Analysator

- Das SWR kann mit einem TRX und einem SWR-Meter im stationären Betrieb einfach gemessen werden.
- Jedoch für den Erstabgleich oder Experimente im Feld/Aussenbereich sollte ein anderes Messgerät verwendet werden.
- Ein aktiver Antennen-Analyzer ist ein eigenständiges Messgerät. Keine weiteren Geräte, wie PC oder TRX sollten notwendig sein (stand-alone).
- Es gibt zwei Prinzipien, das **Skalare Prinzip**, welches das SWR und die Impedanz der Antenne misst etc.
- Das andere Prinzip ist der **Vektor Antennen-Analysator**. Hier bekommen wir mehr physikalische Größen gemessen, wie R und X Werte (capacitive/inductive) der Antenne.
- Die meisten Geräte haben ein Display, um SWR über einen gewissen Frequenzbereich anzuzeigen.

Vector Antenna Analyzer (Sample FA-VA4)

Sehr nützlich für den Feldeinsatz. Es ist ein Vector Antenna Analyzer mit einem kleinen Display. Nicht nur SWR oder R & X-Werte können gemessen werden. Auch Komponenten wie Induktivitäten und Kondensatoren.



Table 1: Technical data

Frequency range	0.1 ... 100 MHz (1 Hz resolution)
Accuracy	$\leq 2\%$ ($f \leq 50$ MHz)
Measurements	Complete impedance values
Measurement range limits*	$s \leq 100$, $Z \leq 1000$ Ohms
Input	50 Ohms, BNC
Output voltage	Peak to peak = 1 V at 50 Ohms
Power supply	2 x 1.5 V AA batteries
Current drain	49 mA** (110 mA)
Case dimensions	137 mm x 90 mm x 25 mm (L x W x H)
Weight	290 g, incl. batteries

* out of limits less accurate results

** Average value without illumination at 100 MHz and 50 Ohms load resistance, peak value shown in brackets.

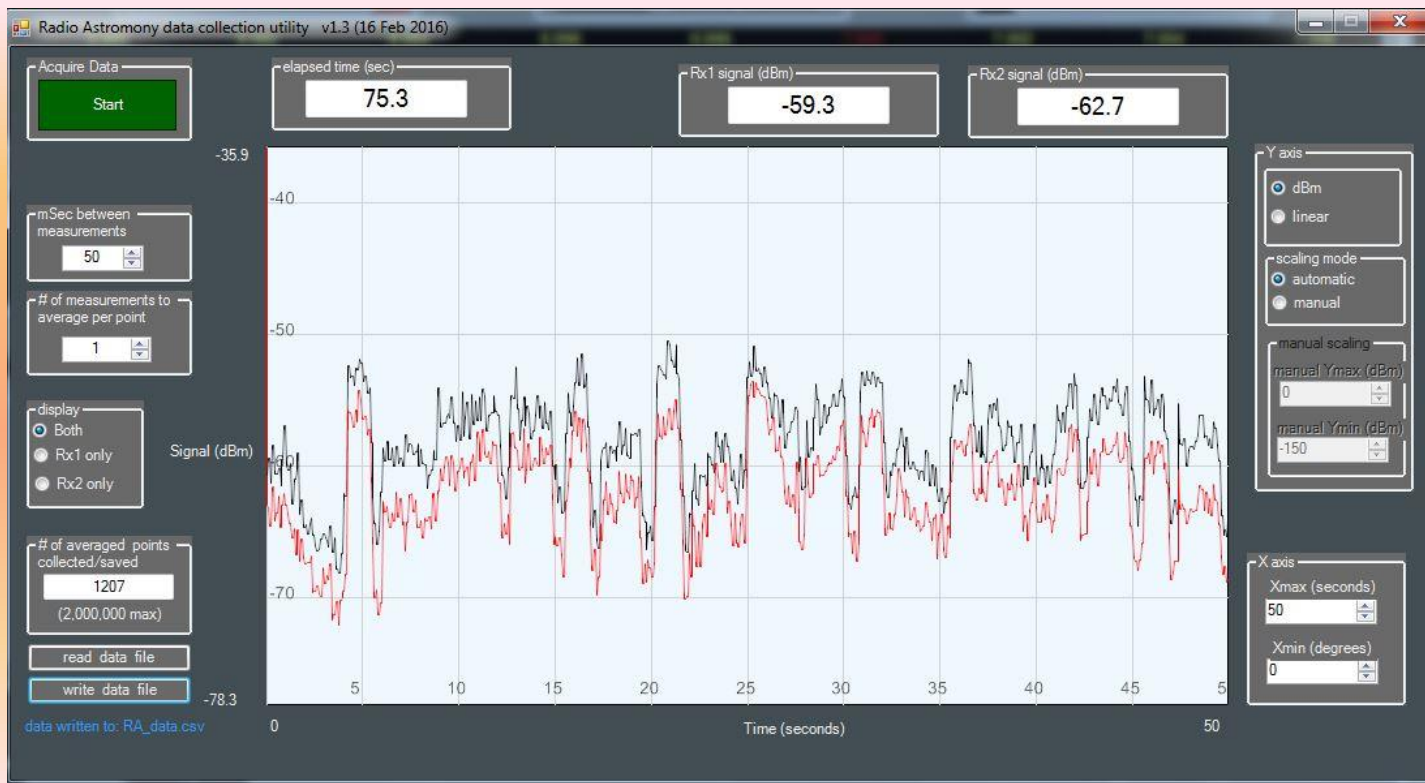
Antennenvergleich mit SDR “RED PITAYA”

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/s werden geloggt, über je zwei Antennen-RX-Eingängen
- Sender war ca. 80km entfernt, somit starke Steilstrahlung, Frequenz 6 MHz
- Es wurde eine kommerzielle T2FD mit einem Dipol verglichen.
- Die Messergebnisse auf den beiden nächsten Folien zeigen, dass der RX-Pegel der T2FD, gegenüber dem Dipol im Durchschnitt ca. 4 dB niedriger war.
- Jedoch der Rauschpegel an der T2FD ca. 6 dB niedriger
- **Das S/N blieb für beide Antennen gleich und das ist entscheidend !!!**

Antennenvergleich Dipol – T2FD (Empfangspegel)

- Empfangspegel: Dipol (schwarz)
- T2FD (rot) durchschnittlich 4dB niedriger



Questions & Discussions

Fragen ???

End of Presentation

Thanks for your attention

Please contact for further questions:

E-Mail: gerald.schuler@web.de

Disclaimer:

Use of all information provided in this document is on your own risk.

I will not be liable for any damages or losses for using information provided in this presentation.

Please take care by your own for any installation etc. out of this content.