

Kurzwellen-Kommunikation auf lokaler und regionaler Ebene

NVIS Funkausbreitung

Präsentiert von Gerald Schuler

DL3KGS / DU1GS

Kurzwellen-Kommunikation auf lokaler und regionaler Ebene

Inhaltsverzeichnis Teil 3 NVIS Funkausbreitung

- Was ist NVIS Ausbreitung?
- Wie arbeitet NVIS?
- Vorteile des NVIS Konzepts
- NVIS arbeitet als ein System
- Auswahl der RICHTIGEN Frequenz
 - Frequenz-Auswahl für NVIS
 - Einfluss der niedrigen Sonnenflecken

Vorteile NVIS Ausbreitung

Ist eine besondere Form der Kurzwellen-Ausbreitung
(NVIS = Near Vertical Incident Skywave propagation)

- **Signale werden unter einem sehr steilen Winkel in die Ionosphäre gestrahlt**
- **Der Dipol wird sehr niedrig aufgehängt**
- **3.5MHz < 20m, 5.3MHz < 15m, 7MHz < 10m**
- **Weniger Störungen (lokal und aus der Ferne)**
- **Tote Zone wird vermieden**
- **Weniger Fading**
- **Ziemlich gleicher Signalpegel im Versorgungsgebiet**

Was ist NVIS Ausbreitung?

NVIS ist eine besondere Form der Ionosphärenausbreitung

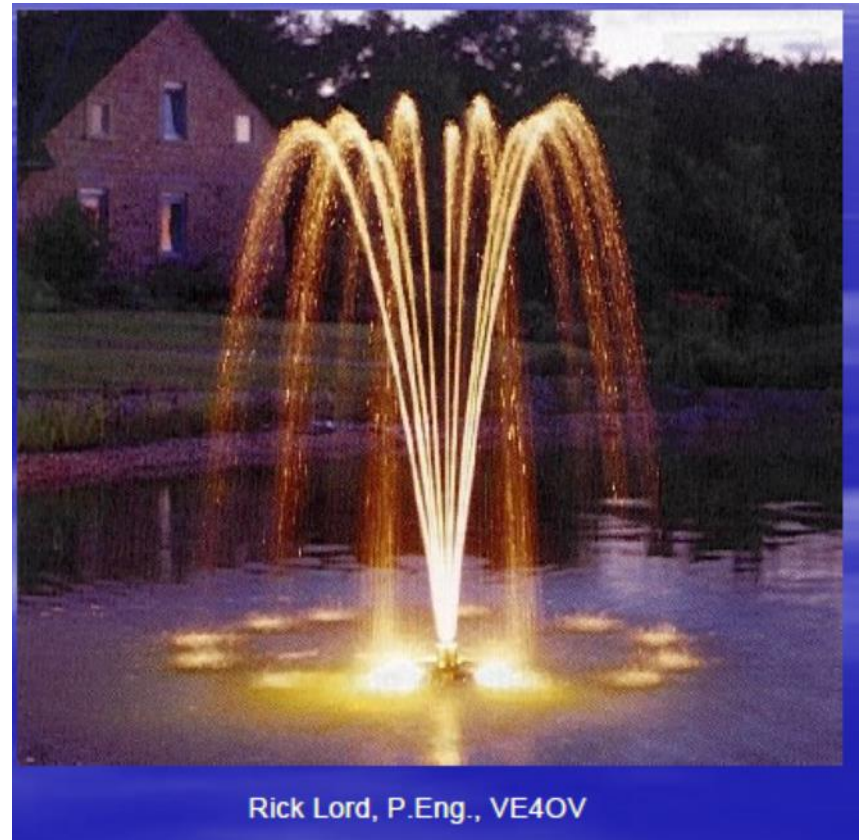
- NVIS = Near Vertical Insident Skywave -> **Steilstrahlung**
- Die F2-Schicht in 200-400km Höhe reflektiert *1) die Funksignale zurück zur Erde (Sky Wave Communications)
- NVIS kann die Kommunikation aus tiefen Tälern (wie Lake Taal) oder aus bergigen Gebieten ermöglichen
- **NVIS verwendet horizontal 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.
- Mit niedrigeren Höhen ist eine Kommunikation ebenfalls möglich, jedoch mit geringeren Signalstärken durch erhöhte Bodendämpfung.
- NVIS ist keine Bodenwellen-Ausbreitung mit vertikalen polarisierten Antennen

*1) <http://www.physicsclassroom.com/class/waves/Lesson-3/Reflection,-Refraction,-and-Diffraction>

Was ist NVIS Ausbreitung?

NVIS kann mit einem Springbrunnen verglichen werden

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



Wie arbeitet NVIS (1/2)

- Sender-Signal geht senkrecht (Steilstrahlung, Raumwelle) in die Ionosphäre und wird zurück zur Erde reflektiert
- In einer Höhe von ca. 210-400 Km existiert eine hochionisierte Elektronenschicht, dies ist die F2-Schicht
- Sie wirkt wie ein großer Spiegel aus ionisiertem Gase
- Die verwendete Frequenz muss unterhalb 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
- Durch die niedrig hängenden Antennen entsteht die Steilstrahlung und die „TOTE ZONE“ wird vermieden.

Wie arbeitet NVIS (2/2)

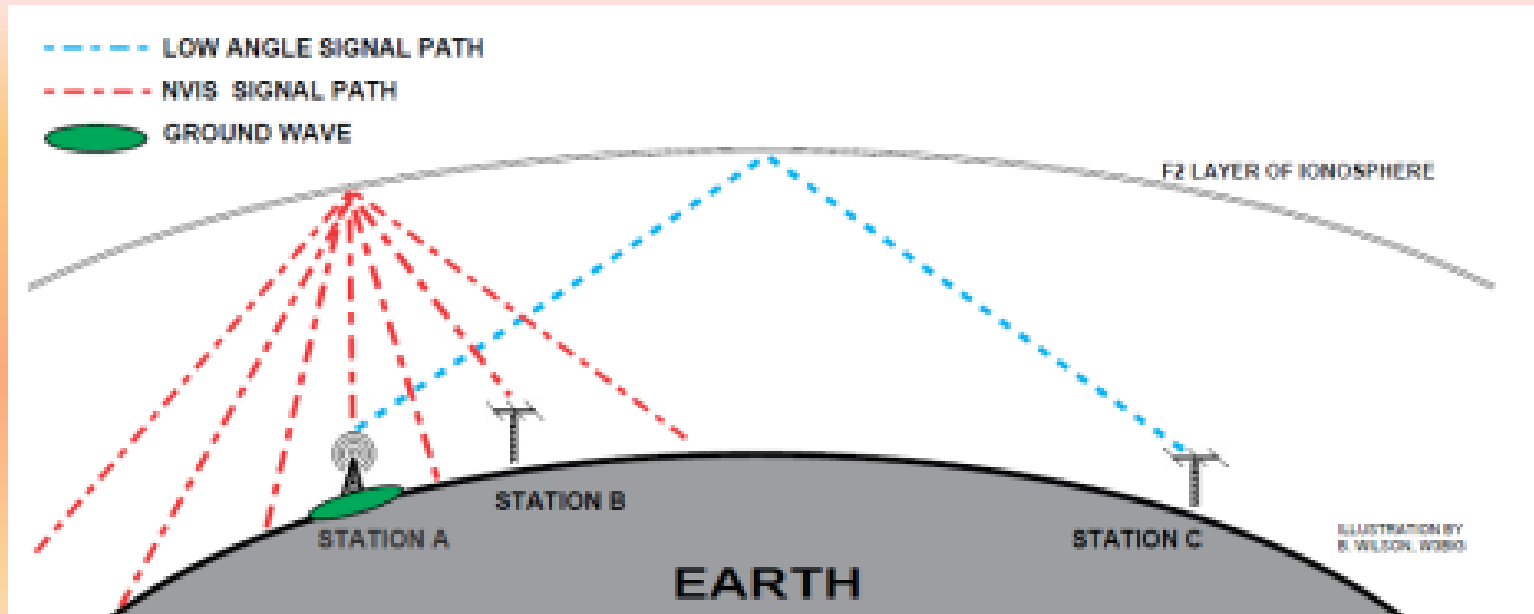
- Die **kritische Frequenz** (CF) ist während des Tages zwischen 4-10 MHz und erhöht sich mit dem Aufstieg der Sonne, gültig für Europa.
Hängt von der SSN und dem Breitengrad ab
- Nach dem Sonnenuntergang geht die kritische Frequenz (CF) während der Nacht herunter und erreicht am Morgen etwa zwischen 0400-0600 Lokalzeit ein Minimum von 2-5 MHz (je nach Sonnenflecken)
- 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!

- Für beste Ergebnisse sollten alle Stationen in einem NVIS-Netzwerk, niedrig hängende , **HORIZONTAL** polarisierte Antennen verwenden!

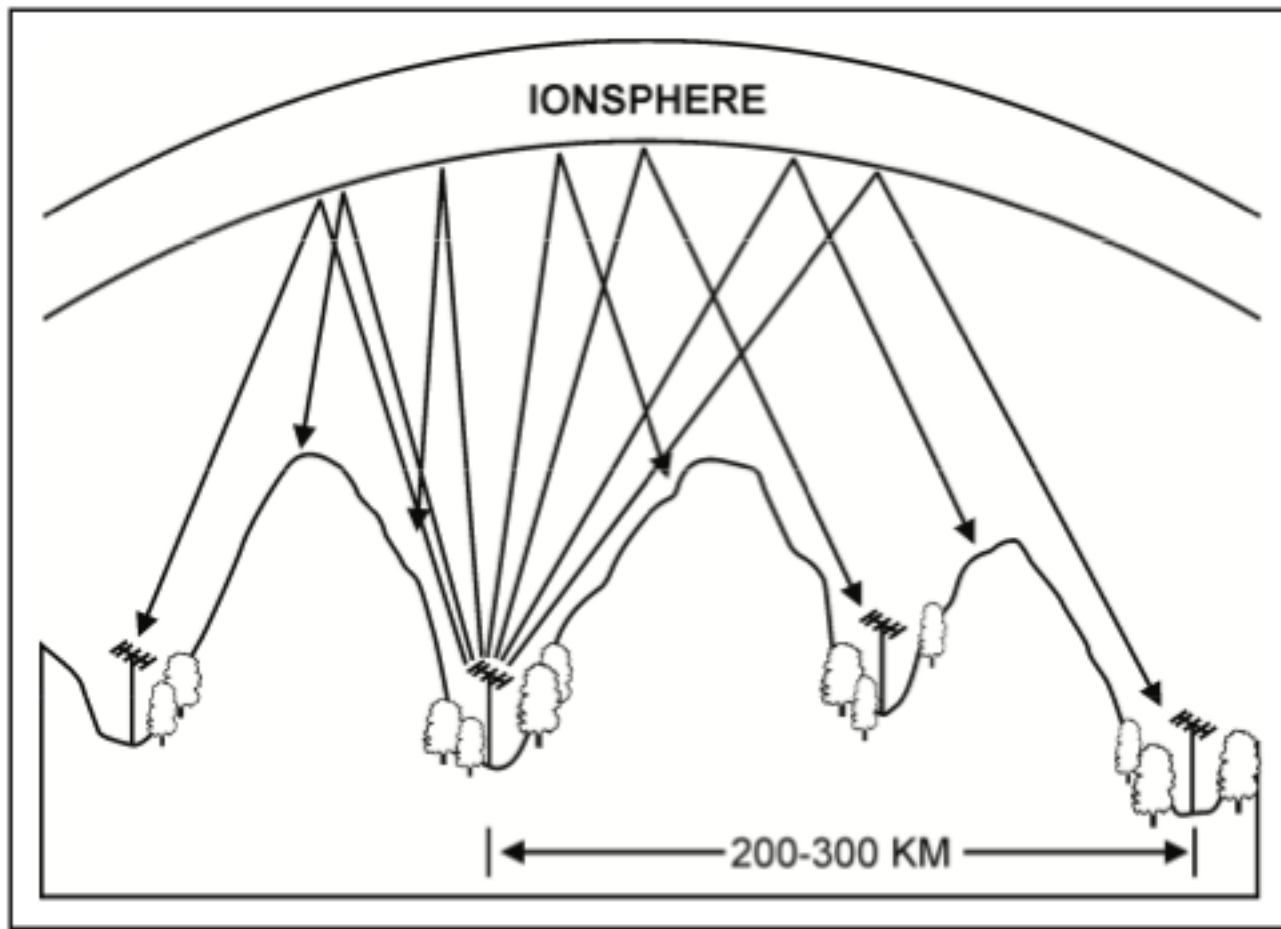
NVIS (Local / Regional) versa Weitverkehr

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



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

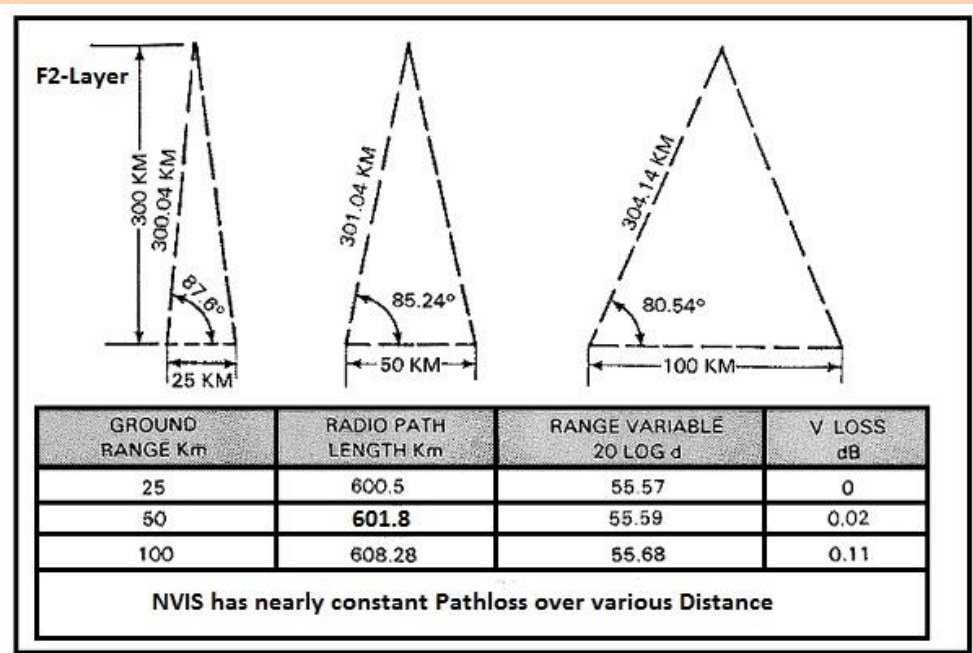
Besonders gut geeignet bei schwieriger Topographie



NVIS propagation

Konstante Übertragungsdämpfung für NVIS

- Die Dämpfung bei NVIS ist fast unabhängig von der Entfernung
- Die Länge des Ausbreitungspfades über die Ionosphäre ist nahezu konst.
- Es zählt nur der Pfad TX – Ionosphäre – RX, also ca. 2x Höhe Ionosphäre
- Unter LOS wäre der Unterschied nicht 0.11dB, sondern 12dB



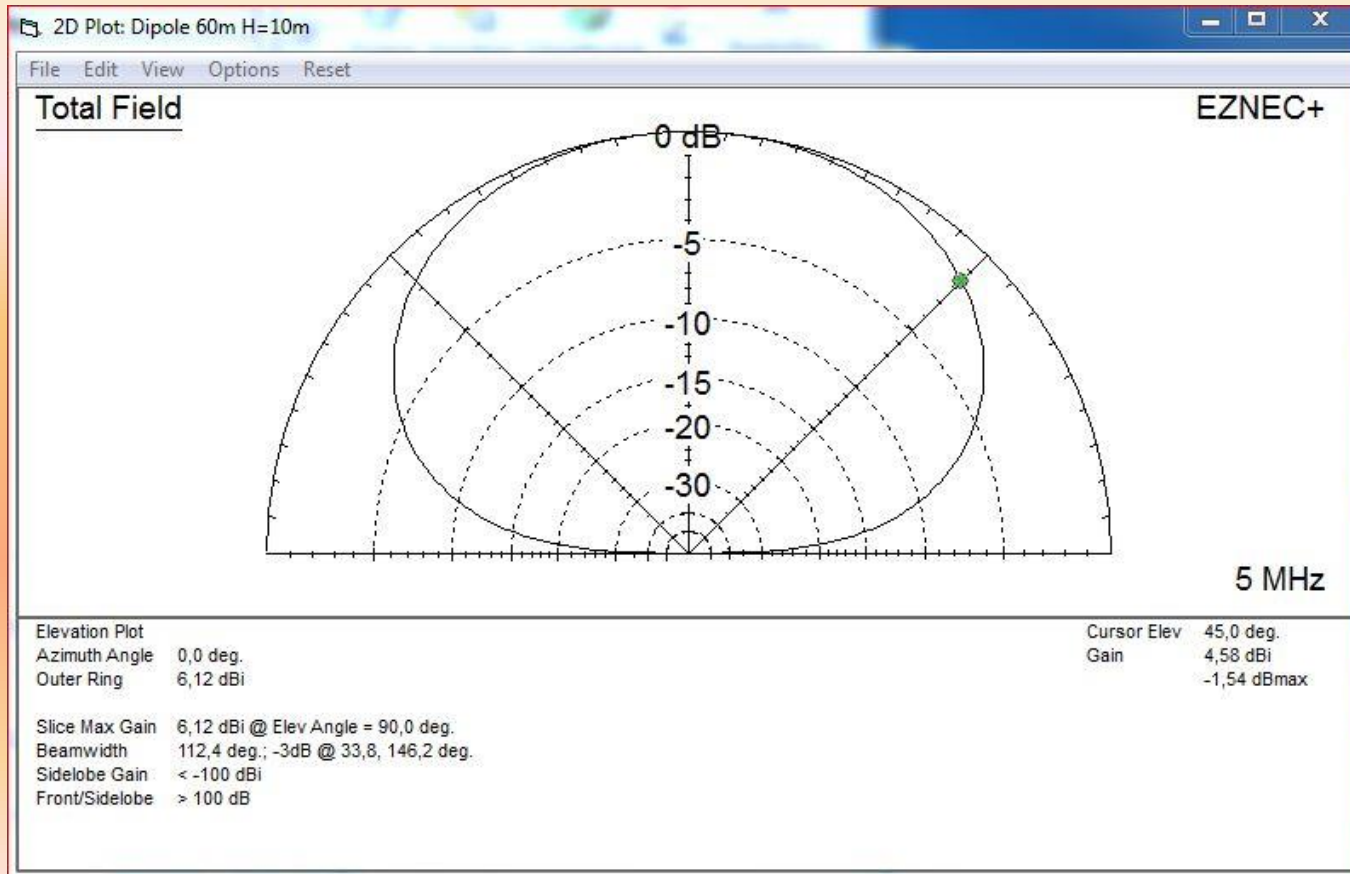
Vorteile des NVIS Konzepts 1/2

- "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
- 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 ($<20^\circ$) und die NVIS-Antenne unterdrückt diesen niedrigen Winkelbereich (**siehe Antennendiagramm**)
- Als Ergebnis von NVIS wird das Signal / Noise Ratio (SNR) verbessert
- Somit sind oft 25 W oder weniger ausreichend bei richtiger Frequenzwahl -> Längere Akkulaufzeit während Portabelbetriebs

Vorteile des NVIS Konzepts 2/2

- Militär / Para-Militär HF-Manpack haben ca. 20-30W Ausgangsleistung
- Die Geländeform wirkt sich nicht auf die Steil-Ausbreitung des Signals aus
- Die Orientierung von Dipolen und Inverted-Vee-Antennen ist nicht so kritisch, wenn sie niedrig installiert sind.
- Das führt zu einem Antennendiagramm, welches nicht die typischen starken Einzüge (liegende 8) eines hoch hängenden Dipols hat.
- Keine hohen Maste erforderlich -> schnelle Bereitstellung möglich
- NVIS überdrückt Bodenwellen und minimiert so deren Ausbreitung, was sonst zu Multi-Path Fading führen würde -> schlecht für Daten-Übertragung

Typisches NVIS-Antenna Diagram (im Bereich 30-90° volle Leistung)



NVIS arbeitet als ein System

Drei wichtige Faktoren für erfolgreichen NVIS-Betrieb

- TX-Leistung

kann häufig reduziert werden, da hohes SNR vorhanden

- Antenne

Antennenhöhe (weniger als $\lambda/4$, auch $\lambda/10$ ist ok)

- Frequenz

10-15% unterhalb foF2 -> FOT, 90% Wahrscheinlichkeit über die Zeit

**Alle Stationen in einem erfolgreichen Netz
sollten NVIS-Antennen verwenden!**

Auswahl der „RICHTIGEN“ Frequenz

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)
- QRM etc

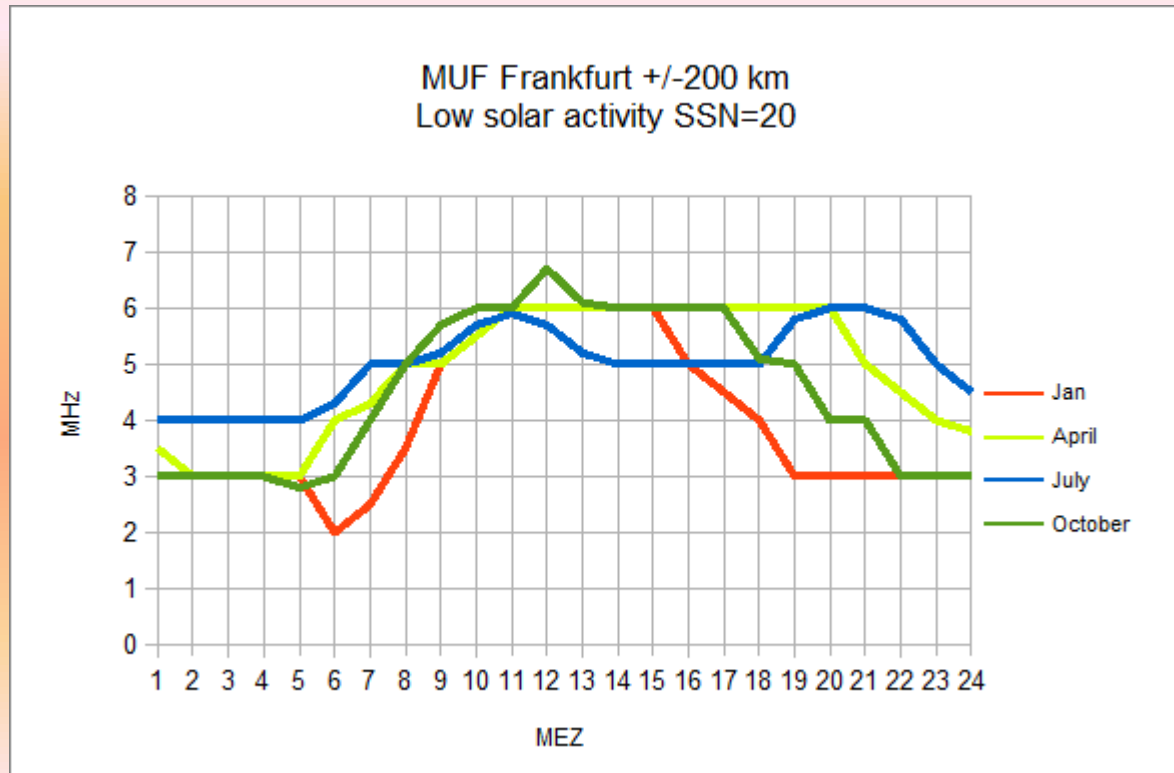
Frequenz-Auswahl für NVIS

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 Ionospäre verschwinden.
- Verwende eine in der Nähe befindliche Ionospären-Sonde z.B. <https://www.iap-kborn.de/forschung/abteilung-radarsondierungen/aktuelle-radarmessungen/ionosonde-ionogramm/>
- oder ein Ausbreitungs-Programm
- Auch persönliche Erfahrung ist nützlich.

NVIS Frequenzen im Tagesverlauf

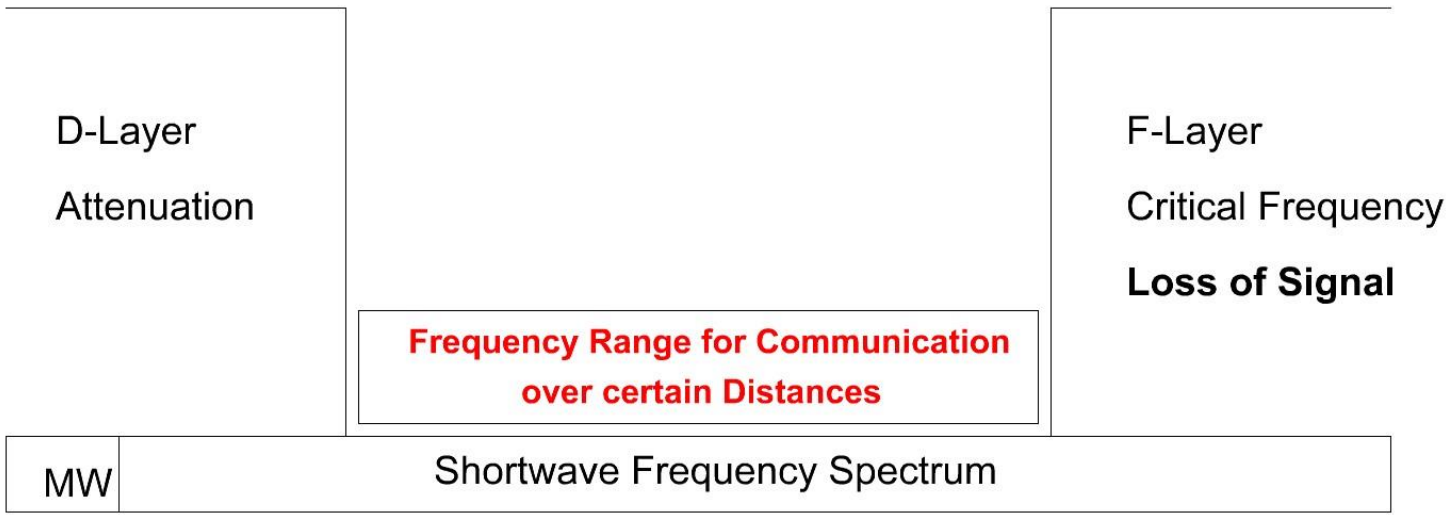
Tagesverlauf für Frankfurt über das Jahr bei SSN=20



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

Auswahl der RICHTIGEN NVIS Frequenz

The two constrains in selecting our Operation Frequency



NVIS Kommunikation

- NVIS ist brauchbar für Verbindungen bis 400 km und weiter.
- 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 Gebiet, keine Abschattung durch Hindernisse
- Schnell und mit einfachen Mitteln können Verbindungen auf Kurzwelle hergestellt werden, auch für Portable-Einsatz gut geeignet.
- Verschiedene Daten-Modes (ALE, Pactor etc.) sind möglich, als auch SSB/CW
- Weniger Multi-path Signale -> Das ist gut für DATA transmission!
- NVIS unterdrückt durch die Steilstrahlung die Entstehung der Bodenwelle, das bedeutet verringertes Multipath Fading wenn hor. Und niedrig hängender Dipol verwendet werden.

Zusammenfassung

- Mit NVIS kann man gute Abdeckung im Nah- und Regionalbereich erreichen.
- Reichweiten von 400km 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 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 beinhalten!

End of Presentation

Thanks for your attention

Any Questions ???

E-Mail: gerald.schuler@web.de

Disclaimer:

Usage of all informations provided in that document are on your own risk!

I will not be held liable for any damages or losses caused by using infos provided in this presentation.

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