NVIS

Near Vertical Incidence Skywave

Grundlagen
der
Kurzwellen Kommunikation im Nahbereich

Mai, 2024

Erwin Rauh, DL1FY

NVIS

Übersicht

1. HF Ausbreitung (Grundlagen)

2. Bestimmung der NVIS-Frequenzen

3.NVIS Antennen Info

4. EmComm Anwendung

NVIS
HF Ausbreitungsmodi

Eine der Herausforderungen bei HF ist die

- **Auswahl der optimalen Frequenz für die Kommunikation mit einem bestimmten Ort**
- **an einem bestimmten Datum und Uhrzeit**
- **unter gegebenen Ausbreitungsbedingungen.**

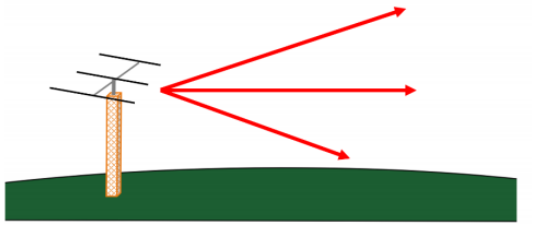
Die Wahl der Frequenz ist stark abhängig von den Ausbreitungsbedingungen, d. h. die Art und Weise wie die HF-Signale zwischen Quelle und Ziel übertragen werden.

<u>Es gibt drei Haupt-Ausbreitungsmodi:</u>

NVIS
HF Ausbreitungsmodi

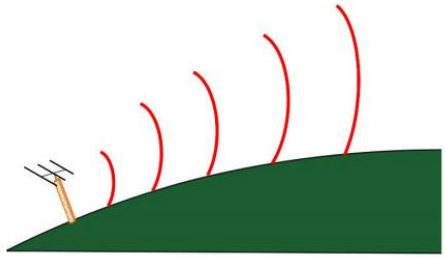
Sichtlinie:

- VHF und UHF
- Direkte Sichtverbindung von Sender und Empfänger
- Konstante Kommunikation



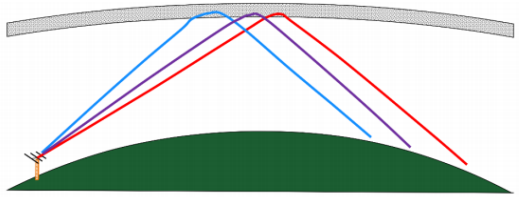
Bodenwelle:

- Kurzwelle 1-30MHz
- Abhängig von der Umgebung und Bodenbeschaffenheit (Berge, Salzwasser)
- Reichweite:
  7 MHz 35 Km am Land,
  250 Km auf dem Meer



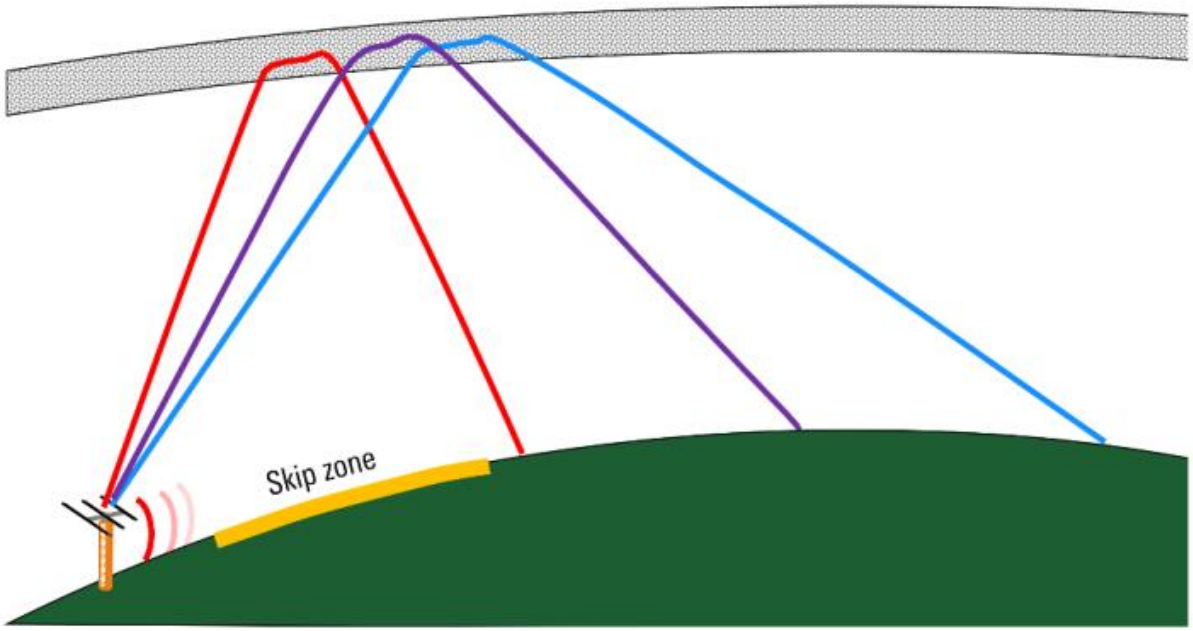
Raumwelle:

- Skywave Ausbreitung ermöglicht kontakte von der Sichtlinie bis zu global Kommunikation



Quelle: Rohde-Schwarz_Understanding-NVIS_v1.1

NVIS
Tote Zone/ Skip Zone



Der Einfallswinkel ist der Winkel, unter dem ein Signal die Ionosphäre erreicht, und spielt eine wichtige Rolle bei der Bestimmung wie weit sich ein Skywave-Signal ausbreiten kann.
Es entsteht dabei ein Bereich der ‚Tote Zone' oder ‚Skip Zone' genannt wird, in diesem Bereich können HF-Signale weder über Skywave noch über Groundwave Propagation empfangen werden.

Quelle: Rohde-Schwarz_Understanding-NVIS_v1.1

NVIS
Ionosphärenausbreitung

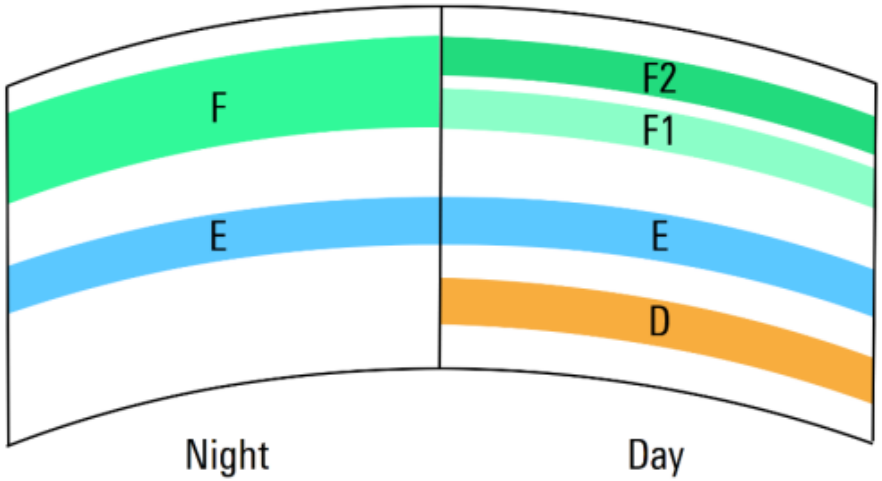
<u>Diese Schichten sind wichtig für HF Skywave</u>

Ausbreitung über:

- die D-Schicht (h= 60 bis 100 km)
- die E-Schicht (h= 100bis 125 km) *
- die F-Schicht (h= 200 bis 275 km)*

Jede dieser Ebenen wirkt sich auf HF-Signale auf unterschiedliche Weise aus.
Es ist wichtig zu bedenken, dass die Ionosphäre keine Signale reflektiert, sondern sie bricht eher Signale.

Die unterschiedlichen Elektronendichten in den verschiedenen Höhen sind für die Brechung von Hochfrequenzsignalen an der Ionosphäre verantwortlich.



*E-Schicht reflektiert Signale um 2-4 MHz (foE) während des Tages

*In der Nacht verbindet sich die F1 und die F2-Schicht zu einer einzigen Schicht.

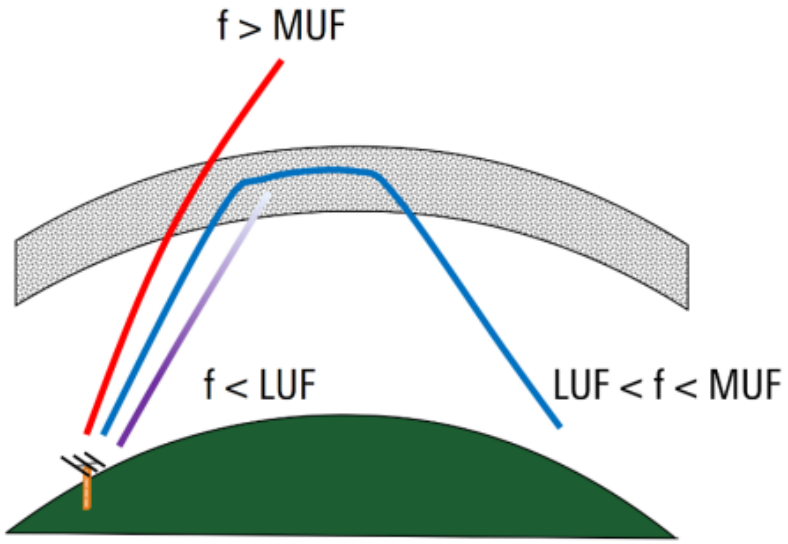
Quelle: Rohde-Schwarz_Understanding-NVIS_v1.1

NVIS
MUF, LUF und FOT

Die MUF ist die höchste Frequenz, bei der eine Reflexion an der Ionosphäre möglich ist. Zum Betrieb einer verlässlichen Funkverbindung reicht dies jedoch nicht aus.

Das Gegenstück zur MUF ist die LUF, die Lowest Usable Frequency, die die untere Grenzfrequenz für eine verlässliche Funkverbindung darstellt.

Daher wurde eine ‚Frequency of Optimum Transmission' (FOT) definiert, die 15 % niedriger ist als die MUF. Die FOT gewährt in 90 % der Zeit eine verlässliche Funkverbindung.



Quelle: Rohde-Schwarz_Understanding-NVIS_v1.1

NVIS
CF & MUF

CRITICAL FREQUENCY (CF) ist die höchste Frequenz die unter einem Winkel von 90° (vertikal) von der Ionosphäre zurück zur Erde reflektiert wird.

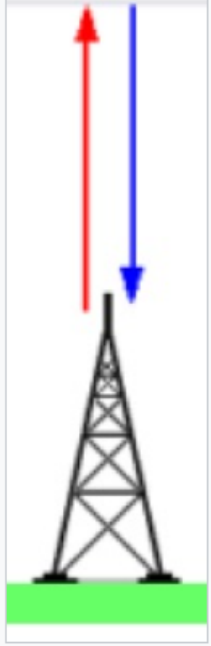
Es gibt eine Critical Frequency (CF) für die E-Schicht (foE) und für die F-Schicht (foF2).

Die MUF ist die höchste Frequenz, bei der eine Reflexion an der Ionosphäre möglich ist (maximal benutzbare Frequenz)

Die MUF ist abhängig vom Abstrahlwinkel (TOA= Take Off Angle), je flacher der Abstrahlwinkel um so höher liegt die verwendbare Frequenz.

MUF = CF * (1/sin(TOA)

MUF = 8 MHz * (1/sin(40°) = 12,48 MHz

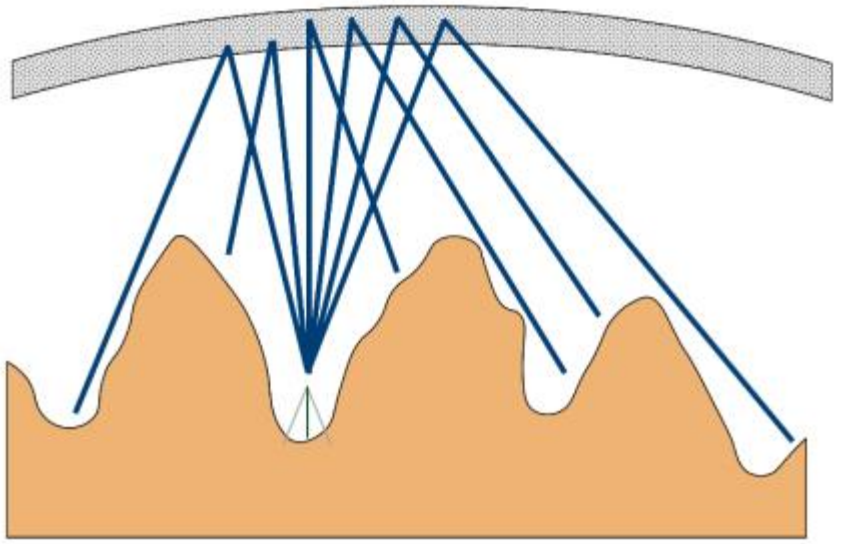


Prinzip zur Messung der Kritischen Frequenz

Quelle: Kritische Frequenz – UTDX-Wiki

NVIS

NVIS Überblick



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.

Als Betriebsfrequenz sollte die ‚Frequenz of Optimum Traffic' (FOT) gewählt werden, die 15 % niedriger ist als die MUF liegt und in 90 % der Zeit eine verlässliche Funkverbindung gewährleistet.

Für lokale und regionale Funkverbindungen benötigen wir einen hohen Abstahlwinkel (TOA).

Der NVIS-Frequenzbereich geht von 2-10Mhz, am Tag liegen die Frequenzen höher als Nachts.

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

Quelle: Rohde-Schwarz_Understanding-NVIS_v1.1

NVIS

Übersicht

1. HF Ausbreitung (Grundlagen)

2. Bestimmung der NVIS Frequenzen

3.NVIS Antennen Info

4. EmComm Anwendung

NVIS
Beispiel Szenario

1. Funkbrücke

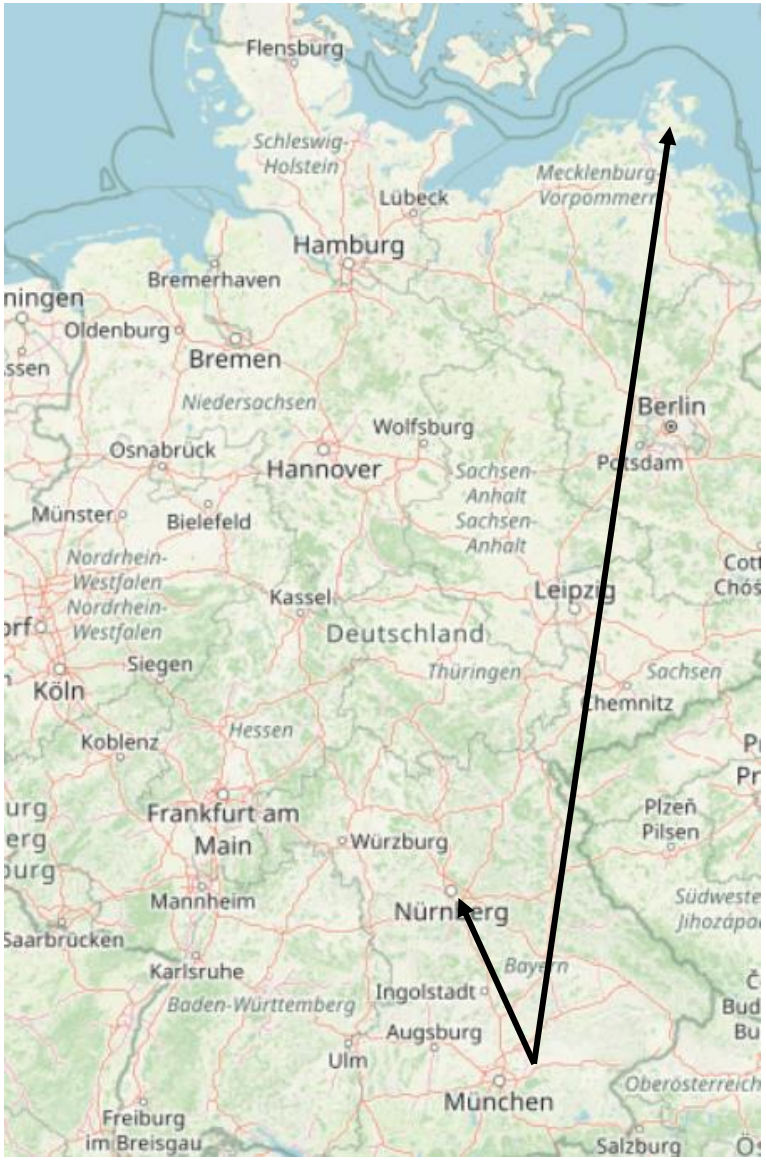
Erding <-> Nürnberg

Entfernung: 140 km
Zeitpunkt: 12:00 UTC
April.2024

2. Funkbrücke

Erding <-> Bergen (Rügen)

Entfernung: 685 km
Zeitpunkt: 12:00 UTC
April.2024



Quelle: OpenStreetMap

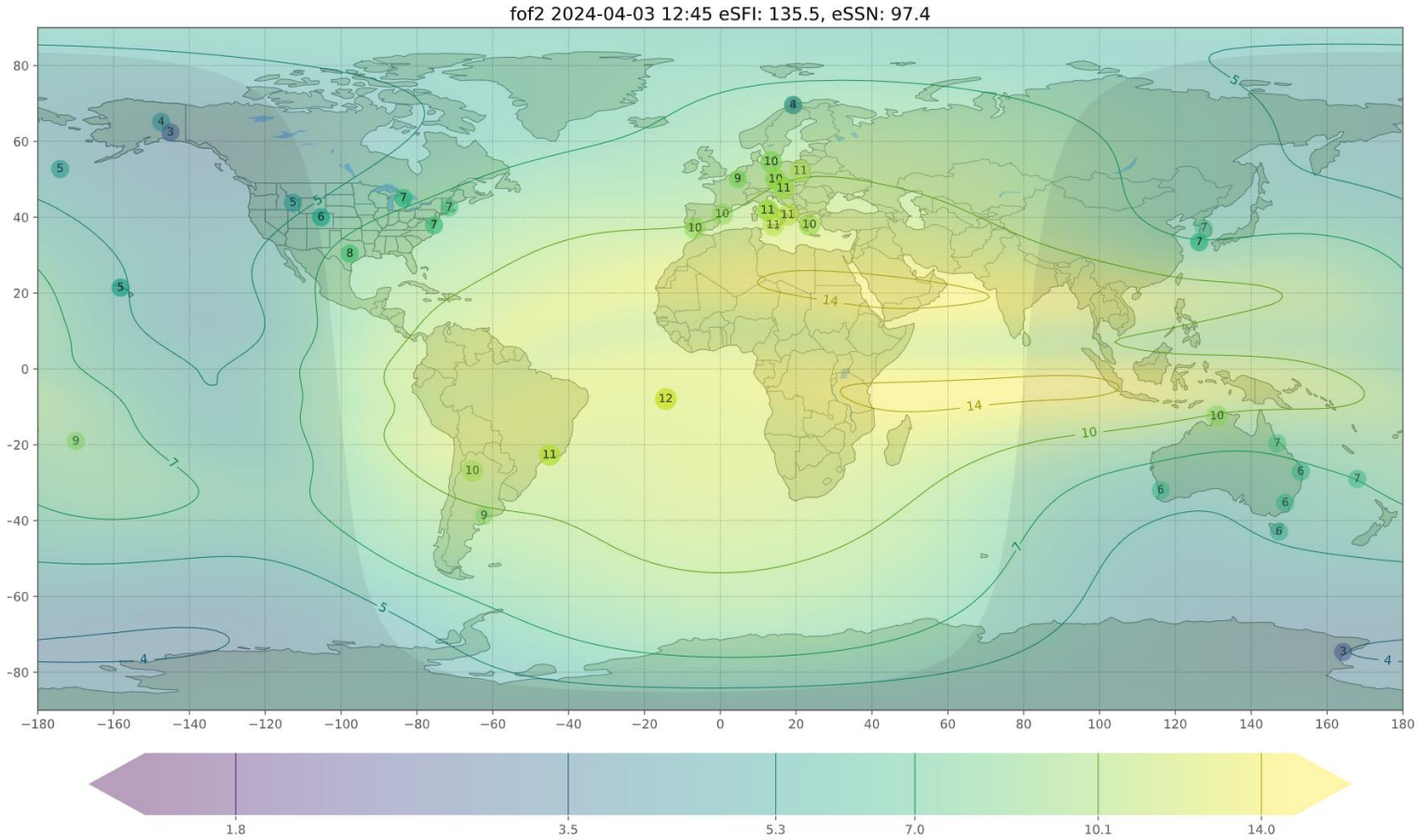
NVIS
Beispiel Szenario

Frage:

1. Was ist die bestmögliche Frequenz?

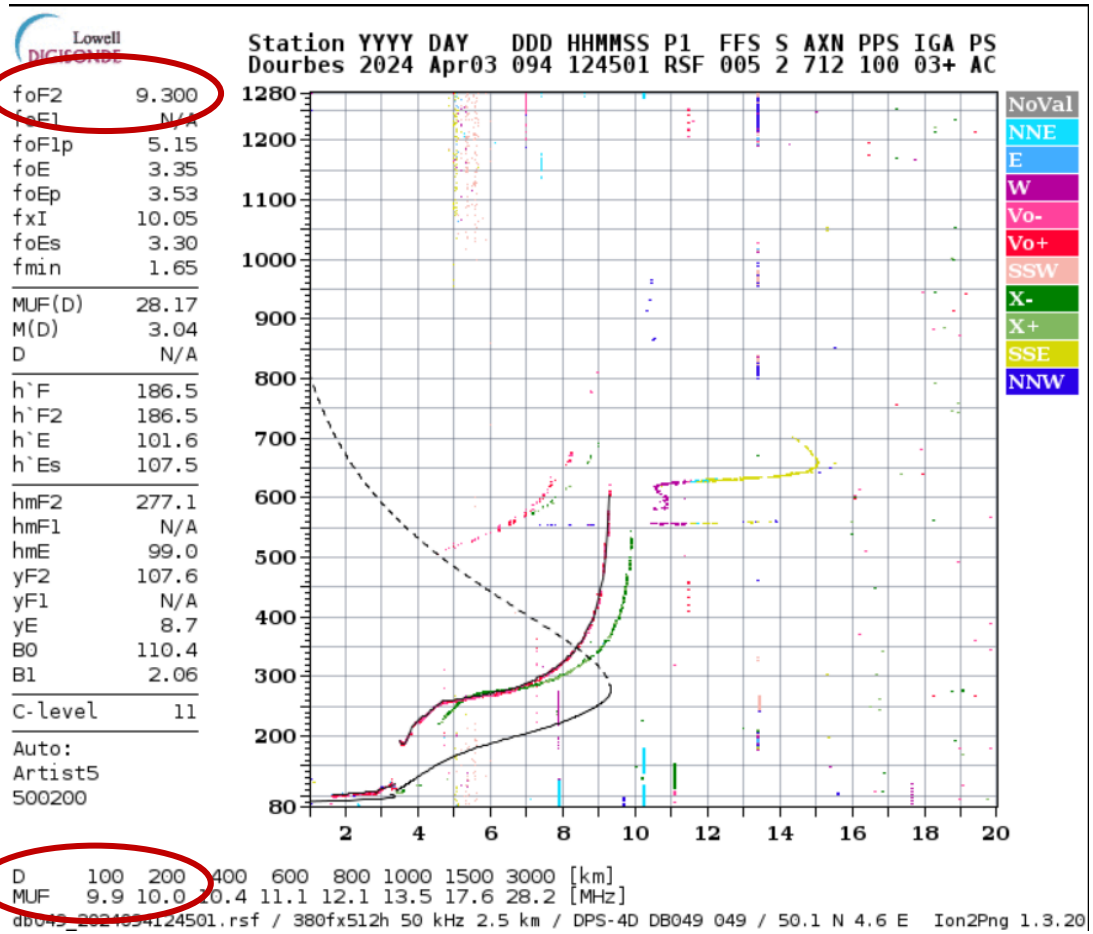
2. Welche Antenne kann ich hierfür verwenden?

NVIS
Frequenz-Bestimmung



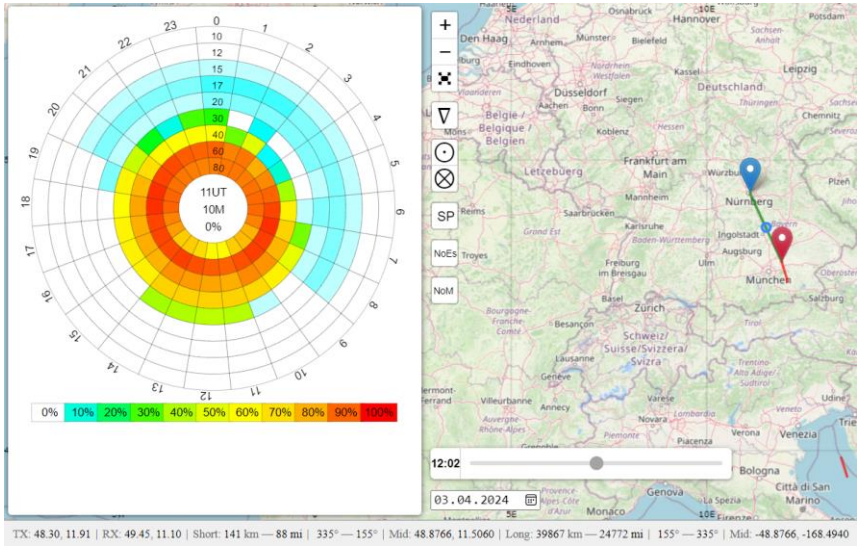
Link: MUF(3000km) (kc2g.com)

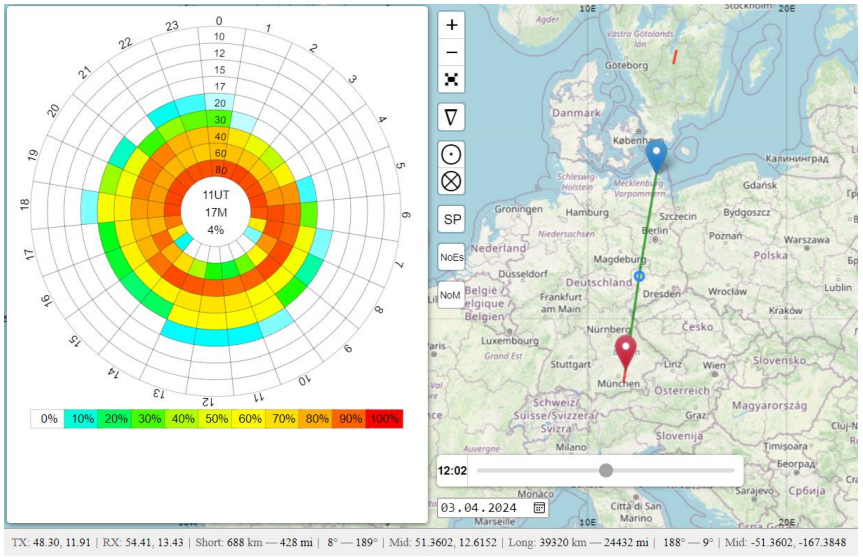
NVIS
Frequenz-Bestimmung



Link: LDI Website Utilties (oma.be)

NVIS
Frequenz-Bestimmung





Link: VOACAP Online for Ham Radio

NVIS

Übersicht

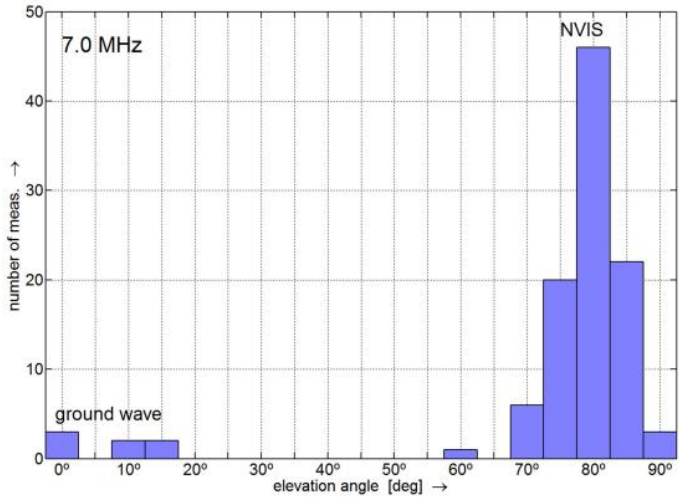
1. HF Ausbreitung (Grundlagen)

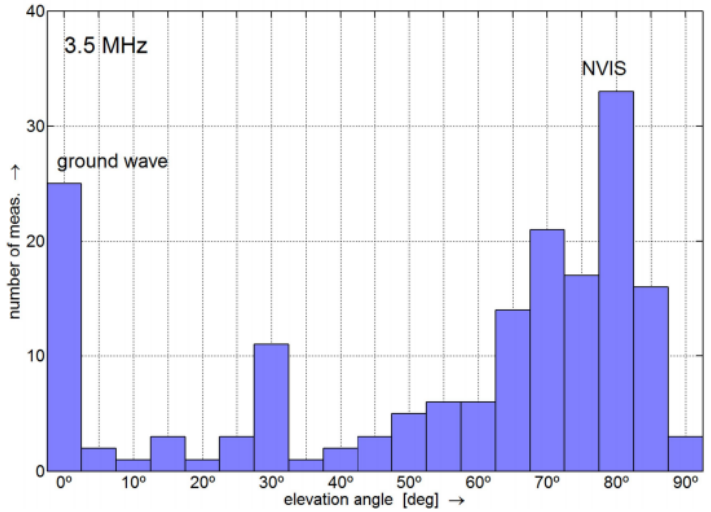
2. Bestimmung der NVIS Frequenzen

3.NVIS Antennen Info

4. EmComm Anwendung

NVIS Antennen
Elevation Angle



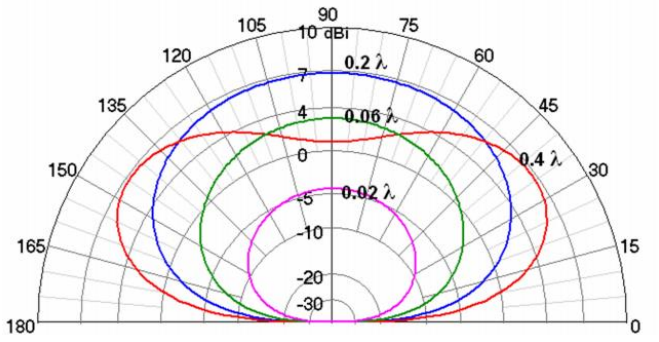


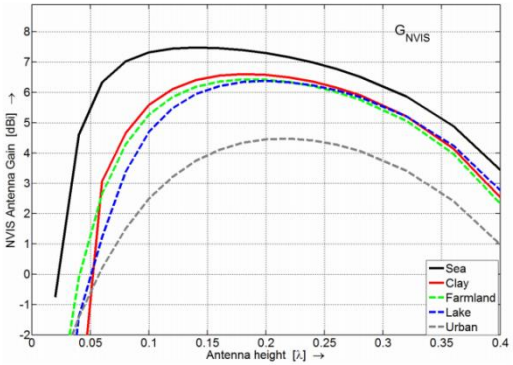
Ein NVIS Antenne muss einen Antennenabstrahlwinkel (Elevation Angle) im Bereich von 75° - 90° haben!

Quelle: PhDThesisB.A.Witvliet2015.pdf

NVIS Antennen
Aufbauhöhe

horizontaler Halbwellen Dipol bei 5 MHz



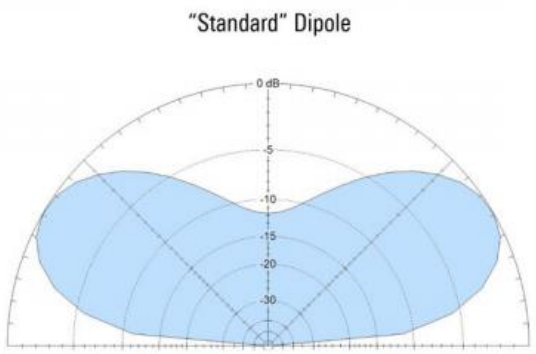


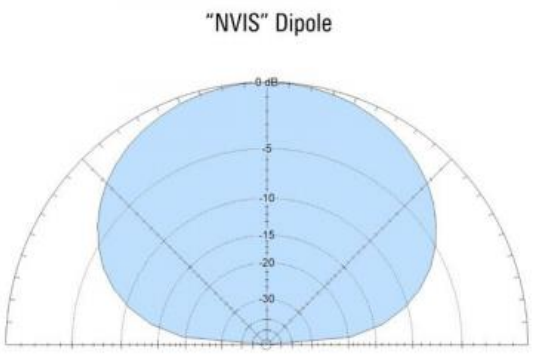
Die NVIS-Antenne sollte eine Aufbauhöhe von 0,15-0,2 x Wellenlänge haben

Quelle: PhDThesisB.A.Witvliet2015.pdf

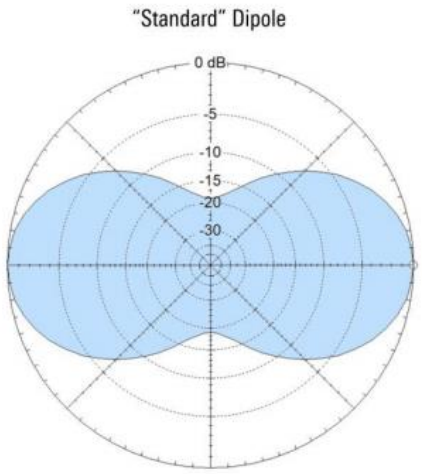
NVIS Antennen
Antennen Diagram

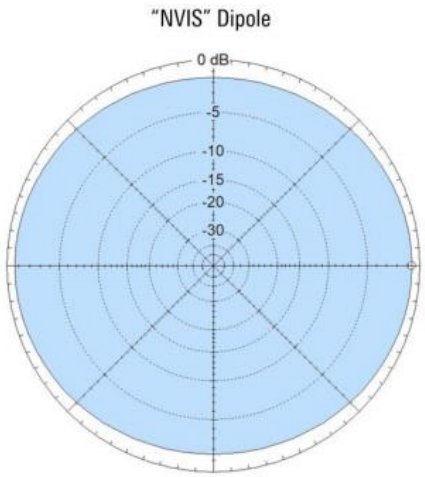
Abstrahlwinkel





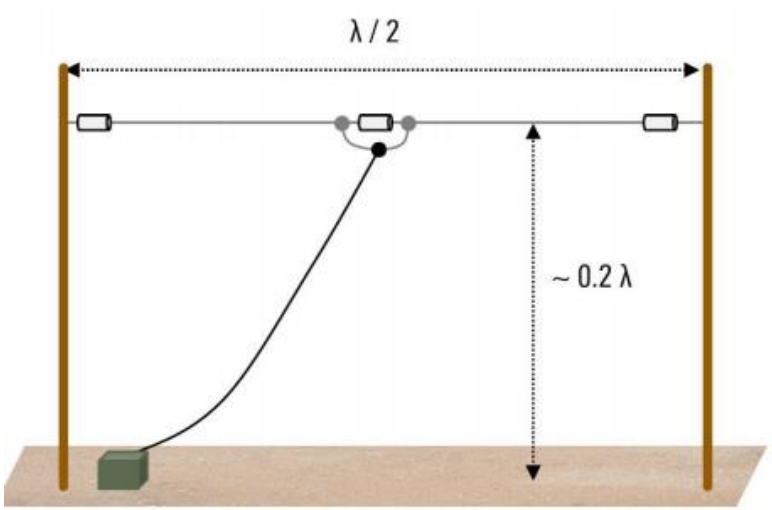
Strahlungsrichtung

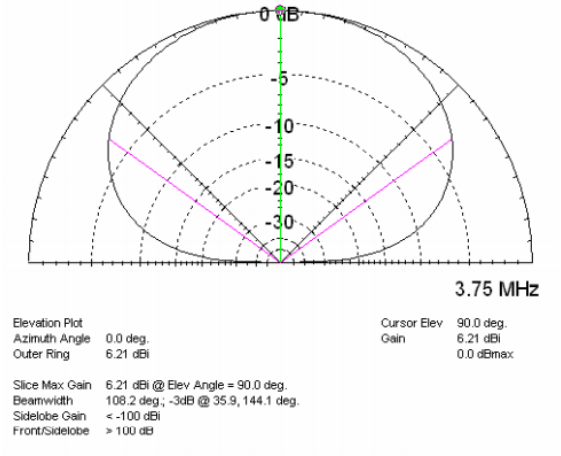


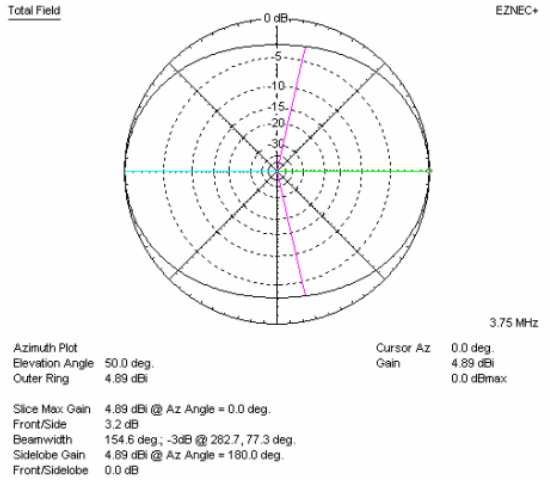


Quelle: Rohde-Schwarz_Understanding-NVIS_v1.1

NVIS Antennen
Halbwellen Dipol

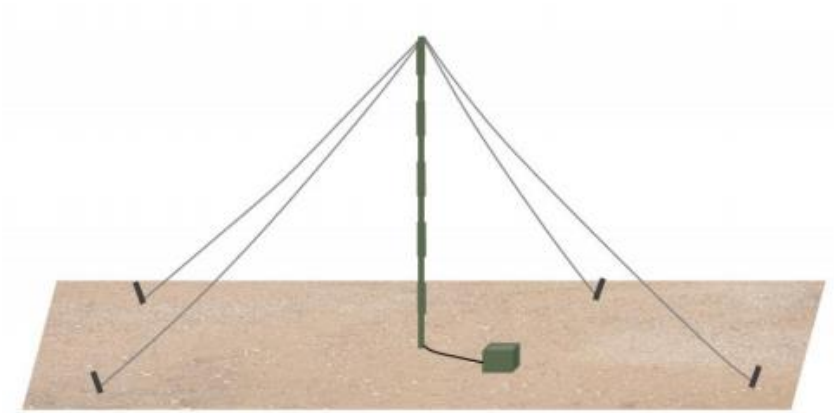


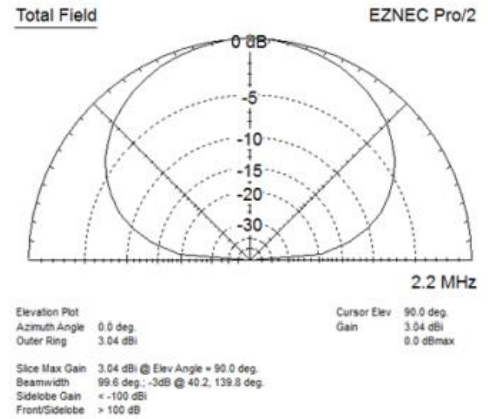


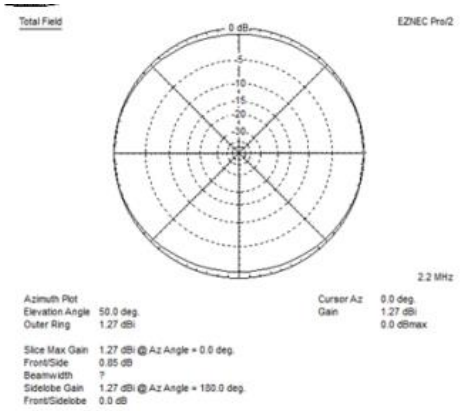


Quelle: Rohde-Schwarz_Understanding-NVIS_v1.1

NVIS Antennen
Inverted-Vee







Quelle: Rohde-Schwarz_Understanding-NVIS_v1.1

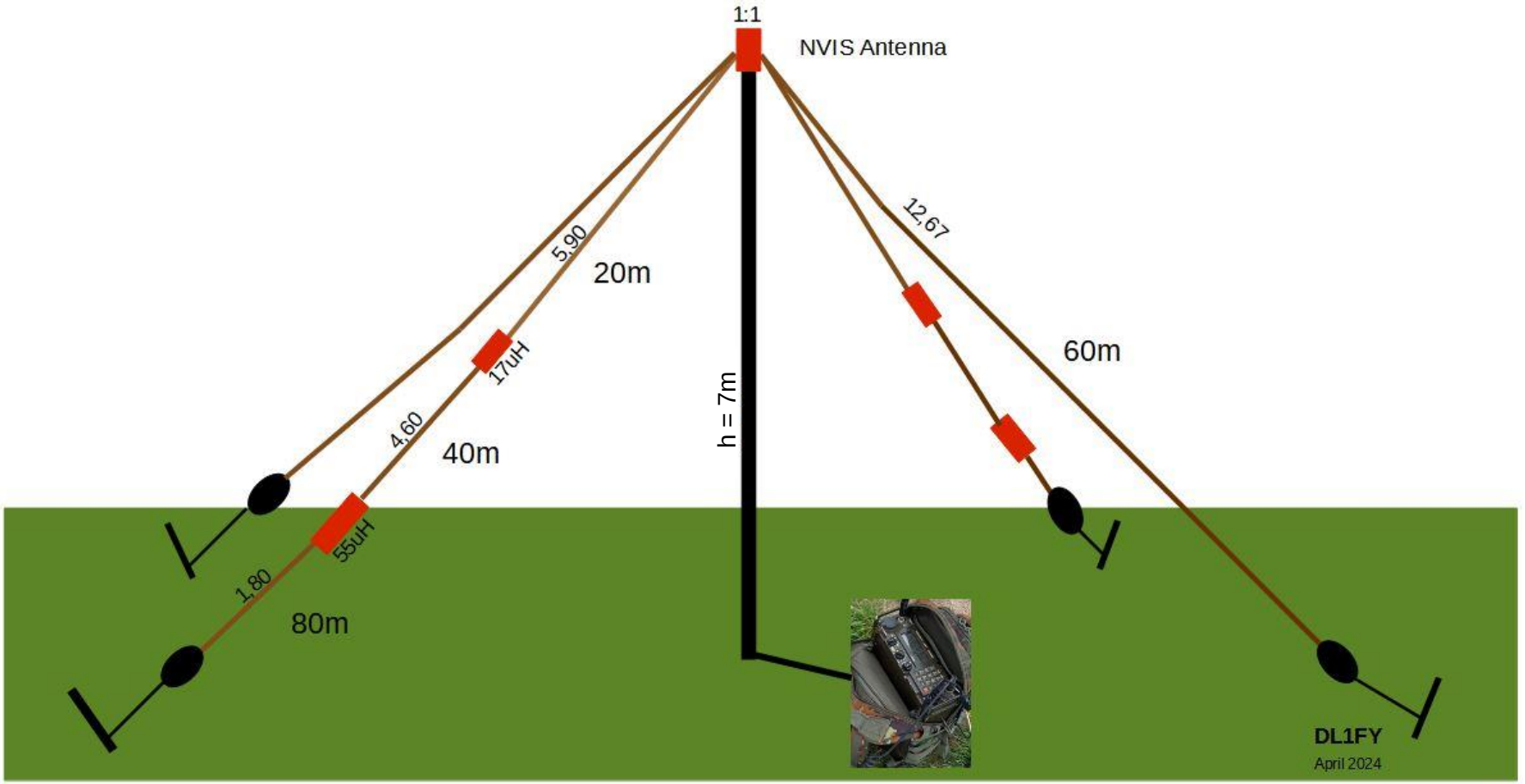
NVIS Antennen
Überlegungen zur Antenne

- Eine Dipol Antenne mit Resonanzstellen auf dem 20m/40m/60m/80m Band
- Bänder sollten mit einem im Funkgerät eingebautem Tuner abstimmbar sein
- Antenne soll auf eine HF-Leistung von auf 100W Ausgelegt werden
- Gesamtlänge der Antenne < 26 m (max. 2x13m)
- Die Antenne sollte durch Spulen verkürzt werden (keine Traps)
- Einfache und leicht zu reparierende Antenne
- Die Antenne soll mit nur einer Person schnell aufzubauen sein

Quelle: Rohde-Schwarz_Understanding-NVIS_v1.1

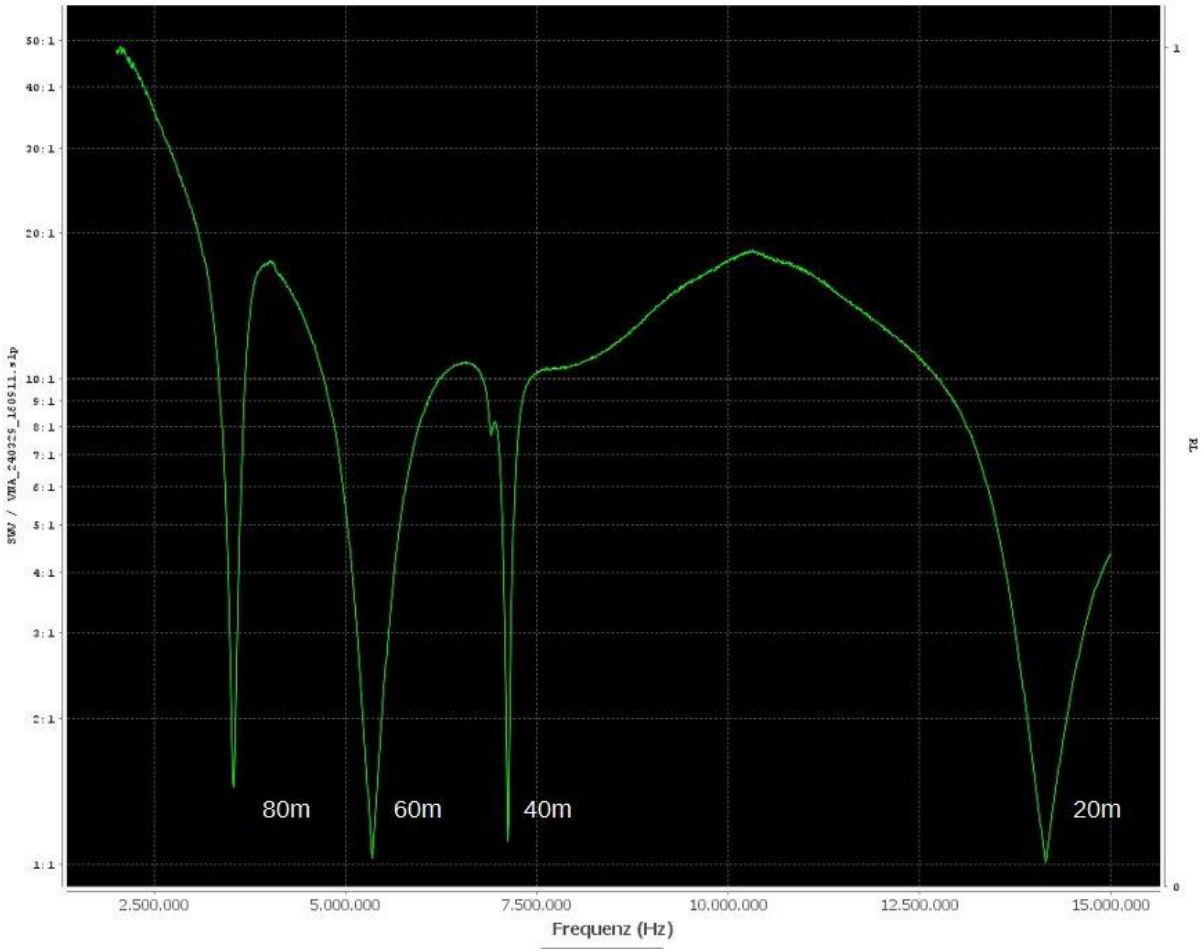
NVIS Antennen

Inverted-Vee Antenne 20m-40m-60m-80m



NVIS Antennen

Inverted-Vee Antenne 20m-40m-60m-80m



NVIS Antennen

Inverted-Vee Antenne 20m-40m-60m-80m

NVIS

Übersicht

1. HF Ausbreitung (Grundlagen)

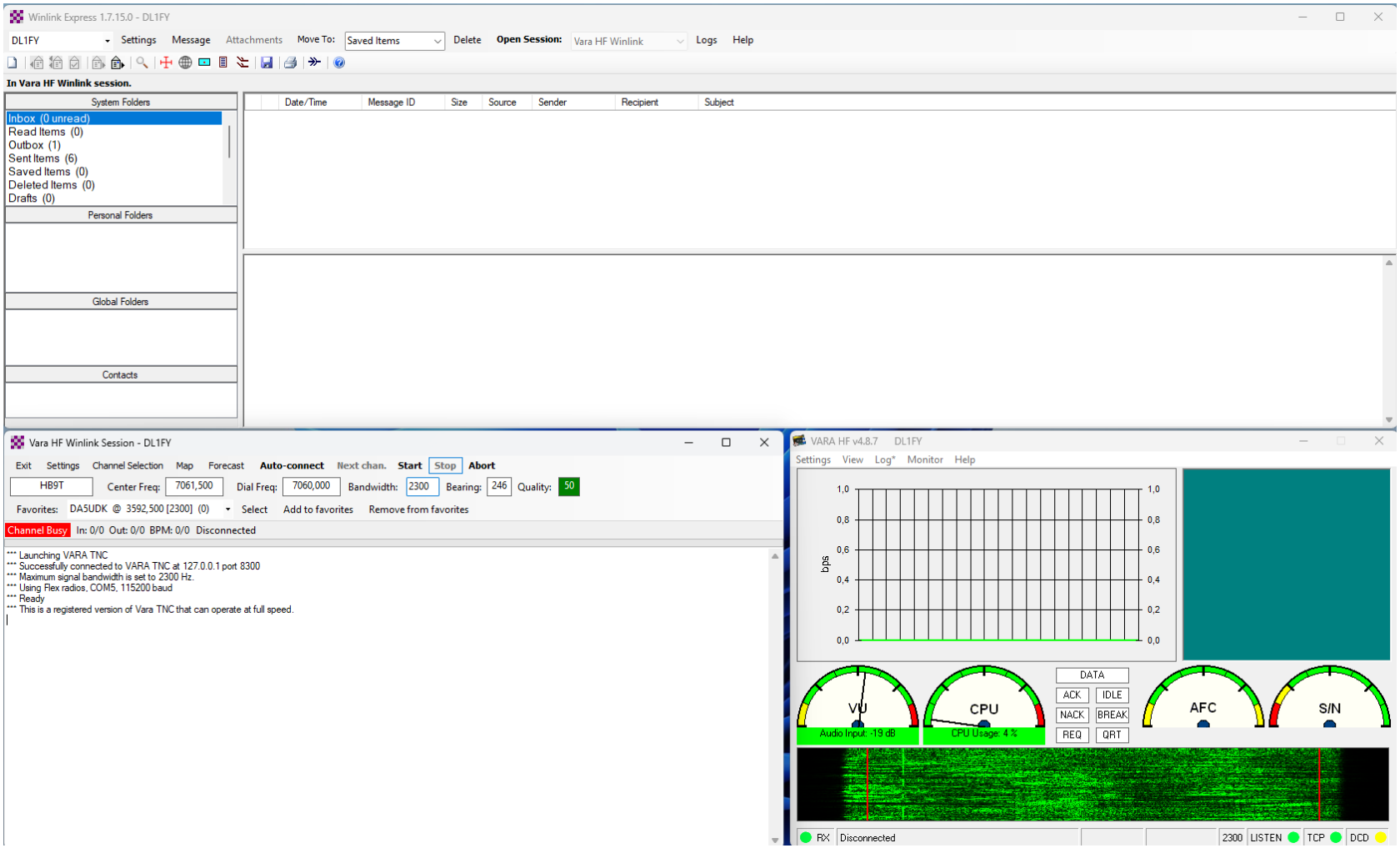
2. Bestimmung der NVIS Frequenzen

3.NVIS Antennen Info

4. EmComm Anwendung

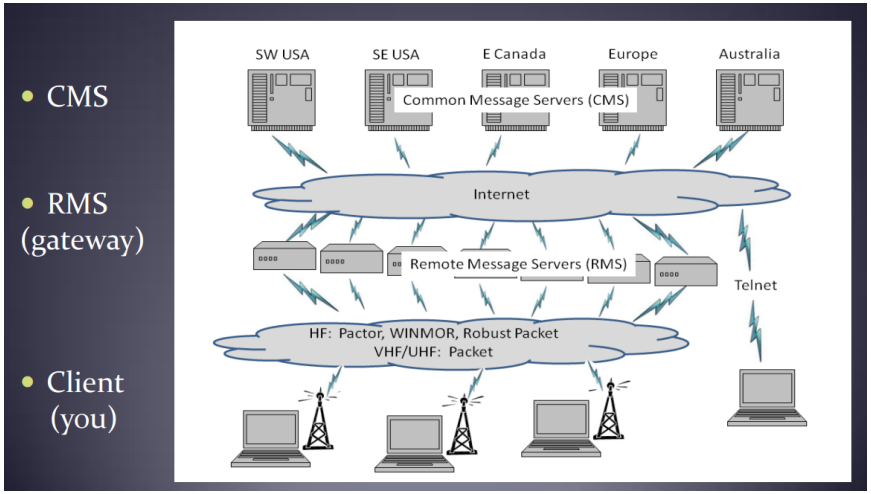
NVIS Antennen

EmComm-Winlink

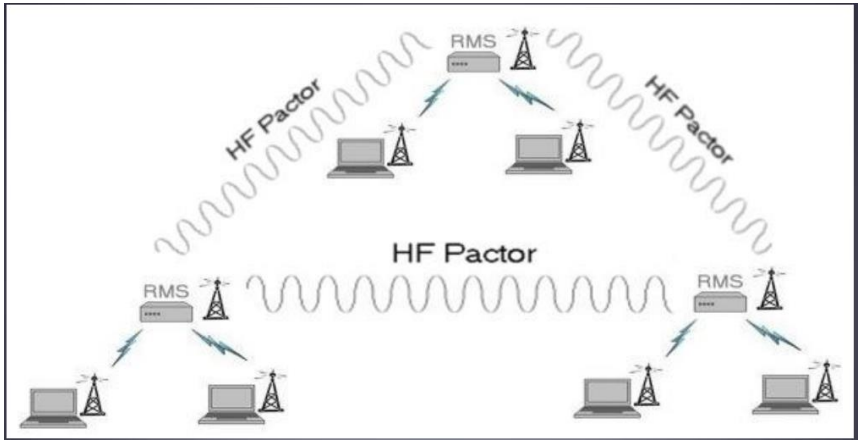


NVIS Antennen
EmComm-Winlink

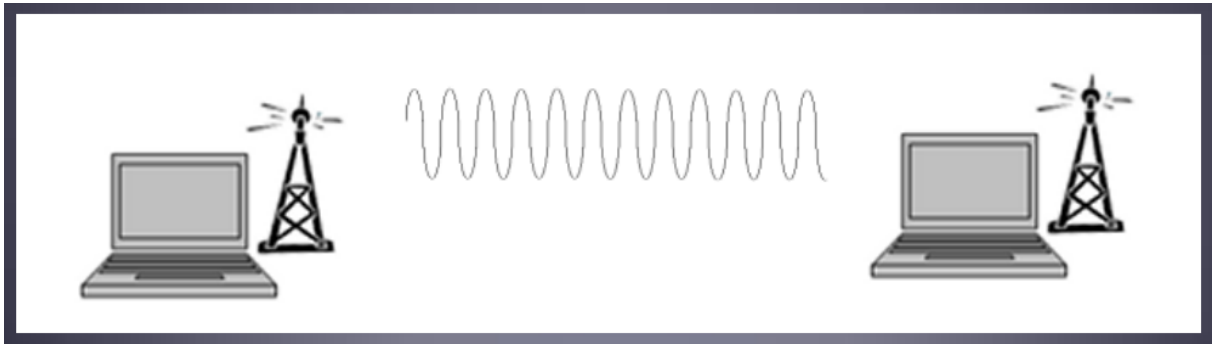
Verbindungsaufbau mit Internet



Verbindungsaufbau ohne Internet



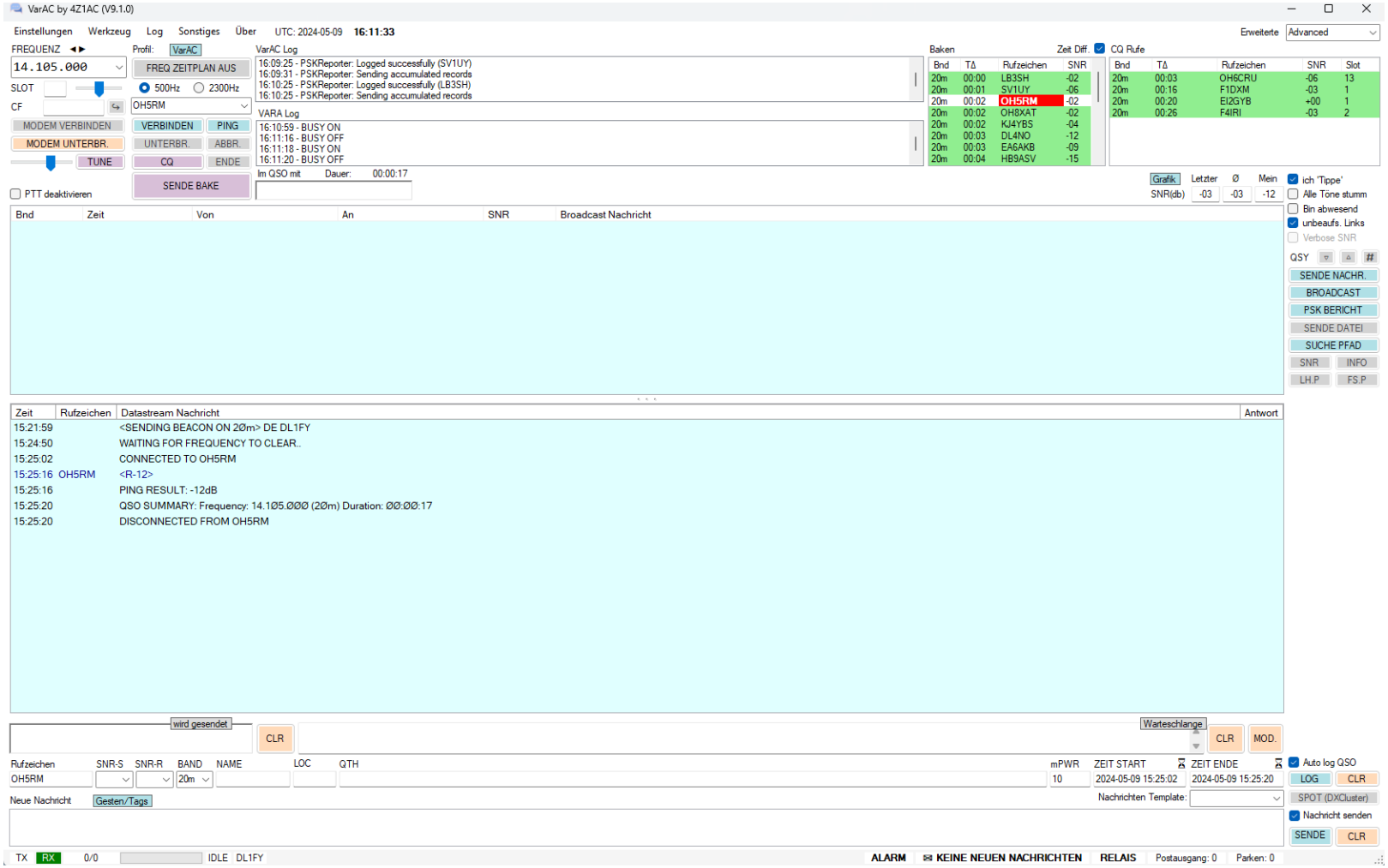
Direkte Verbindung P2P



Quelle: E-mail With or Without the Internet | Winlink Global Radio Email

NVIS Antennen

EmComm-VarAC



NVIS Antennen

VarAC features & values for EmComm

Reliable link

under poor conditions

Low power? Small antennas? Bad location? Portable setup? VarAC has got you covered. VarAC is built from the ground up for QRP operations with challenging SNR levels. Even at -22dB, VarAC is still able to maintain a link and decode incoming traffic.

Fast!

Lightning fast!

VarAC, powered by the VARA protocol, offers the fastest data transfer rates for HF/VHF/UHF, surpassing any other on the planet:
HF: 1500 Bps (500Hz BW) / 7050 Bps (2300Hz BW)
V/UHF FM 13,000 Bps (Narrow BW) / 25,000 Bps (Wide BW)

Guaranteed delivery

100% rock solid

QSB? Noise? No problem. With VarAC, you can have full confidence that your messages will be delivered using the VARA ARQ mode, ensuring 100% certainty.

Broadcasts

Spread the word fast

Send messages to individuals or groups in one transmission, propagate broadcasts through digipeater chains for wider reach, and enable group chat among EmComm operators.

Realtime Alerts

Triggered by tags

Ensure widespread awareness of an incident with just one transmission by sending agreed-upon keywords to trigger visual and sound alerts throughout your entire EmComm chain.

Path finder

Reach the unreachable

Looking to convey an important message without a direct connection? VarAC can assist you in locating the appropriate intermediaries who can effectively deliver your message.

Quelle: EmComm | VarAC (varac-hamradio.com)

NVIS Antennen

VarAC features & values for EmComm

Alert Center Manage your alerts	A consolidated interface that presents a comprehensive display of incoming alerts originating from various sources such as beacons, data feeds, broadcasts, and CQs. Simply click on an alert to initiate a seamless and user-friendly response.
High concurrency Using multiple channels	Eliminate the hassle of tracking frequency lists. With VarAC, all EmComm operators can tune in to a single frequency. Leveraging VarAC's slot-based technology, multiple links can occur simultaneously, and VarAC automatically controls your VFO for seamless operation.
Constant beaconing Track your EmComm team	Ensure constant availability and reachability of your team with VarAC beacons. Utilize beacons as a keepalive mechanism to confirm presence and track propagation among EmComm operators.
VMails And relay notifications	Effortlessly send VarAC Mails (Vmails) to individuals or groups. Benefit from smart relay notifications that promptly alert EmComm operators about pending messages awaiting retrieval.
File transfer For Forms, Images & more	VarAC offers lightning-fast file transfers, enabling quick sharing of compressed images, documents, and forms. You can accomplish this swiftly, even with unattended EmComm stations.
Forms & Templates ICS standard and others	Utilize any of the pre-existing ICS message templates available or craft your own as per your requirements.
GPS integration Reflect current location	Effortlessly maintaining real-time updates of your location during a crisis ensures your team remains informed of your precise whereabouts.

Quelle: EmComm | VarAC (varac-hamradio.com)

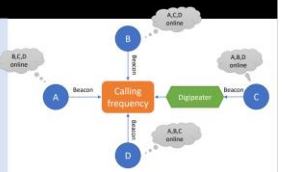
NVIS Antennen
EmComm-VarAC

Tactical need #1
EmComm operators' check-ins

VarAC Features used:
Beacons

VarAC Beacons are a great tool to notify the your EmComm network that you are online and available for any type of communication.

How
1. All operates set a beacon to fire every X minutes on an agreed calling frequency.
2. All Operators can see each other on the "Last heard beacons" with the latest timestamp
3. Digipeaters can be used to extend reach



Tactical need #2
Sending an emergency alert to all EmComm operators.

VarAC Features used:
Alert tags, Broadcast

Broadcast can be used as s one-to-many transmission that can also propagate through VaraFM digipeaters. Coupled with a pre-defined alert tag, it is a great way to quickly distribute a critical message through the entire EmComm network in seconds.

How
1. Define an alert tag and share among all your EmComm networks. (Alert tags definition is stored in a file you can easily distribute prior to the operation.)
2. If VaraFM digipeater is available, configure it under settings
3. Send a Broadcast to "ALL" with the alert tag as part of the text.
4. A visual and vocal alert will be triggered on all EmComm stations

Tactical need #3
Send emergency VMail without direct link to your destination

VarAC Features used:
VMails, Parking, Relay notifications, Beacons

VarAC allows you to send VMail through 3rd parties. VMails can be temporarily parked at a 3rd party station. Once the destinations beacons, the 3rd party notifies it that there is a parked VMail waiting to be collected.

How?
1. A connects B and leave a VMail for C
2. C Beacons
3. When B decodes the beacons, it send C a "relay notification alert"
4. C Connects B.
5. B relays the message to C

Tactical need #4
Sending a images of a missing Person

VarAC Features used:
Send file

VarAC provides lightening fast file transfer including images. Received images appear on screen in the conversation windows (Like in instant messaging apps). The destination can set the file size under which files will be received without manual approval.

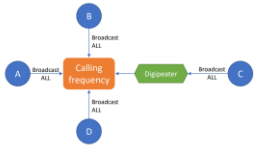
How?
1. A connects B
2. A sends a "send file request"
3. B approves automatically/manually
4. A sends the image
5. Image appears on B screen
6. Digipeaters can be used

Tactical need #5
Group chat/round-table/check-ins of all EmComm operators

VarAC Features used:
Broadcasts

VarAC broadcasts allows multiple operators to conduct a round-table chats in a many-to-many fashion. Broadcasts can also be distributed through digipeaters to reach a longer distance while allowing more operators to participate in the round-table.

How?
1. All EmComm operators are tuned on the same frequency.
2. Each station send a broadcast to "ALL"
3. VaraFM Digipeaters can also be used.



Tactical need #6
Live chat between stations with no direct link

VarAC Features used:
Chat, Digipeater

Chatting with VarAC is possible either direct or through VaraFM digipeaters. Up to 2 digipeaters are allowed. This allows a live chatting over 2 hops.

How?
1. Set a digipeater under settings
2. Type in the destination callsign
3. Connect

Tactical need #7
Find a VMail path to an unreachable station - Way #1

VarAC Features used:
VMail, Path finder

VarAC provides you with ways to find a path for VMAIL relay to a station you can not access directly.

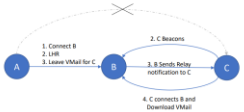
How?
1. A Sends a "Path find to C" call.
2. B Responds that it heard C
3. A Connects B,
4. A leaves a Vmail to C at B.
5. B notifies C about a parking Vmail.
6. C connects B to collect the Vmail

Tactical need #7
Find a VMail path to an unreachable station - Way #2

VarAC Features used:
VMail, Last Heard (LHR)

VarAC provides you with ways to find a path for VMAIL relay to a station you can not access directly.

How?
1. A intercepts a beacon from B.
2. A Connects B and pulls last heard stations list using the LHR button.
3. If the destination station C is on that list, A leaves a Vmail to C at B.
4. B notifies C about a parking Vmail.
5. C connects B to collect the Vmail



Tactical need #8
Send your location using GPS integration

VarAC Features used:
GPS integration, canned messages

Effortlessly maintaining real-time updates of your location during a crisis ensures your team remains informed of your precise whereabouts.

How?
1. Setup GPS integration under Settings.
2. VarAC reads your GPS position and transform it to grid locator.
3. While connected, Sent your Info using F1.
4. Your location is sent and populated on the other side log.

Quelle: EmComm | VarAC (varac-hamradio.com)

Vielen Dank!