WELLENAUSBREI-TUNG

50Ω

TROPOSPHÄRE II

BEGRIFFE

Im folgenden Kapitel werden mehrere Begriffe verwendet, die vorab erklärt werden

- *Beugung*: Wellen werden an einem Hindernis abgelenkt
- *Streuung*: Ablenkung der Wellen durch Interaktion von Teilchen
- *Reflexion*: Gleichgerichtete Streuung
- *Brechung* oder *Refraktion*: Ablenkung der Wellen durch Änderung der Ausbreitungsgeschwindigkeit durch ein anderes Medium mit anderer Dichte

- Bereits bekannt: Die für den Amateurfunk relevanten Schichten in der Atmosphäre
- In der Troposphäre finden Erscheinungen des Wetters statt

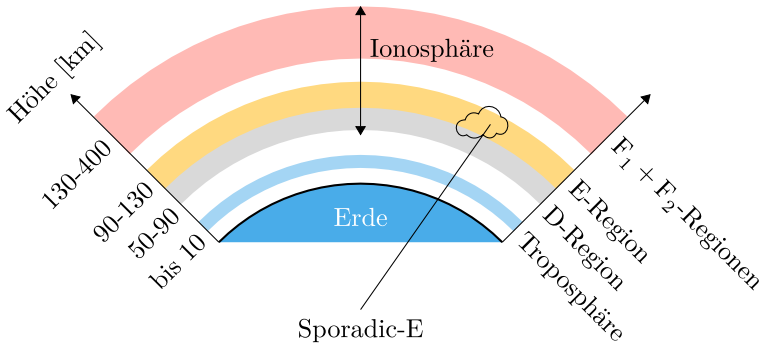

Abbildung 12: Für den Amateurfunk relevante Schichten in der Atmosphäre

DX IN VHF/UHF

- Überhorizontverbindungen bei VHF/UHF entstehen durch Beugung, Reflexion und Streuung in der Troposphäre
- Bereiche mit unterschiedlicher Temperatur und Dichte

Abbildung 3: Troposphärische Ausbreitung an verschiedenen Luftschichten

EH301: Was ist die „Troposphäre“? Die Troposphäre ist der Teil der Atmosphäre, ...

A: der sich über den Tropen befindet.

B: in dem es zur Bildung sporadischer E-Regionen kommen kann.

C: in der die Erscheinungen des Wetters stattfinden.

D: in welchem Aurora-Erscheinungen auftreten können.

50Ω

EH302: Überhorizontverbindungen im VHF/UHF-Bereich kommen u. a. zustande durch ...

A: Beugung, Reflexion und Streuung der Wellen an troposphärischen Bereichen unterschiedlicher Temperatur und Dichte.

B: Beugung, Reflexion und Streuung der Wellen in der Troposphäre durch das Auftreten sporadischer D-Regionen.

C: Polarisationsdrehungen in der Troposphäre an Gewitterfronten.

D: Polarisationsdrehungen in der Troposphäre bei hoch liegender Bewölkung.

EH303: Für VHF-Weitverkehrsverbindungen wird hauptsächlich die ...

A: troposphärische Ausbreitung genutzt.

B: Bodenwellenausbreitung genutzt.

C: ionosphärische Ausbreitung genutzt.

D: Oberflächenwellenausbreitung genutzt.

AURORA I

- Aurora- oder Polarlichterscheinung in ca. 90-200 km Höhe
- Hauptsächlich über magnetischen Nord- und Südpol
- Sauerstoff- und Stickstoffatome werden vom Sonnenwind angeregt oder ionisiert
- Sonnenwind: Elektrisch geladene Teilchen
- Bei Sonneneruptionen besonders stark

AURORA UND AMATEURFUNK

- Funkwellen können sich an ionisierten Sauerstoff- und Stickstoffatomen brechen
- Insbesondere für VHF-DX-Verbindungen nutzbar
- Sprache nur schlecht nutzbar (große Bandbreite)
- Für CW und Digimodes brauchbar
- Rapport: für T wird „A“ vergeben, da Ton rau und schwankend ist

EH305: Wie wird ein Aurora-Signal in Morsetelegrafie beurteilt?

A: Es wird beurteilt mit R, S, T und „A“ für Aurora.

B: Es wird beurteilt mit R und T, weil die Signalstärke stark schwankt.

C: Es wird beurteilt mit R, S und „A“ für Aurora, da der Ton bei Aurora sehr rau ist und nicht beurteilt werden kann.

D: Es wird beurteilt mit R, S und T, da Aurora-Verbindungen überwiegend in CW getätigt werden.

SPORADIC-E II

- Regional begrenzte ungewöhnlich hohe Ionisation der E-Schicht
- Refraktion (Brechung) von Funkwellen in VHF und UHF
- Auch 10 m-Band möglich

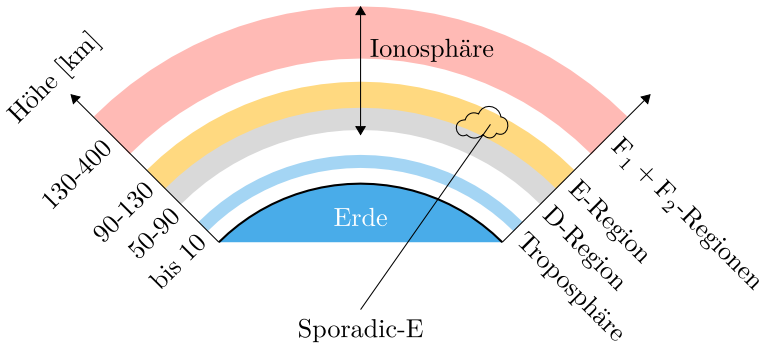

Abbildung 12: Für den Amateurfunk relevante Schichten in der Atmosphäre

EH304: Was verstehen Sie unter dem Begriff „Sporadic-E“?

A: Kurzfristige plötzliche Inversionsänderungen in der E-Region, die Fernausbreitung im VHF-Bereich ermöglichen.

B: Kurzzeitig auftretende starke Reflexion von VHF-Signalen an Meteorbahnen innerhalb der E-Region.

C: Die Refraktion (Brechung) in lokal begrenzten Bereichen mit ungewöhnlich hoher Ionisation innerhalb der E-Region.

D: Lokal begrenzten kurzzeitigen Ausfall der Reflexion durch ungewöhnlich hohe Ionisation innerhalb der E-Region.

50Ω

SHORT SKIP

- Funkverbindungen mit Sprungentfernungen unter 1000 km
- Durch Refraktion an einer Sporadic-E-Schicht
- Insbesondere im 10 m-Band

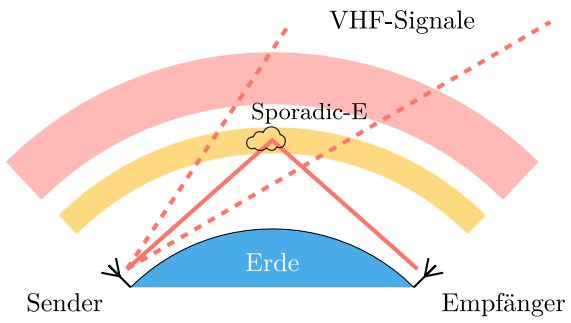

Abbildung 5: Refraktion bei Sporadic-E

EH218: Unter dem Begriff „Short Skip“ versteht man Funkverbindungen besonders im 10 m-Band mit Sprungentfernungen unter 1000 km, die ...

A: durch Refraktion (Brechung) in sporadischen E-Regionen ermöglicht werden.

B: durch Refraktion (Brechung) in der hochionisierten D-Region ermöglicht werden.

C: bei entsprechendem Abstrahlwinkel durch Refraktion (Brechung) in der F1-Region ermöglicht werden.

D: bei entsprechendem Abstrahlwinkel durch Refraktion (Brechung) in der F2-Region ermöglicht werden.

IONOSPHÄRE II

- Ionosphäre enthält große Menge von Ionen und freier Elektronen
- In ca. 50 bis 450 km Höhe
- Refraktion von Kurzwellen, wodurch weltweite Kommunikation ermöglicht wird

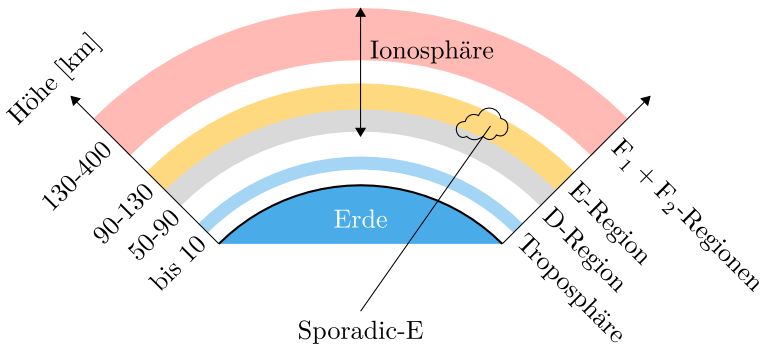

Abbildung 12: Für den Amateurfunk relevante Schichten in der Atmosphäre

EH101: Wie kommt die Fernausbreitung einer Funkwelle auf den Kurzwellenbändern zustande? Sie kommt zustande durch die Refraktion (Brechung) an ...

A: den parasitären Elementen einer Richtantenne.

B: elektrisch aufgeladenen Luftschichten in der Ionosphäre.

C: Hoch- und Tiefdruckgebieten der hohen Atmosphäre.

D: den Wolken in der niedrigen Atmosphäre.

AUSBREITUNG VON FUNKWELLEN

- In den kommenden Abschnitten werden Einflüsse der Funkwellenausbreitung an der Ionosphäre besprochen
- Und mit welchen Maßnahmen wir die Ausbreitung unserer Funkwellen optimieren können
- Zuerst eine nähere Betrachtung der Ionosphäre

SCHICHTEN DER IONOSPHÄRE

- Es gibt in verschiedenen Höhen verschiedene „Schichten“ bzw. Regionen mit unterschiedlich starker Ionisierung
- Diese tragen die Namen

1. D-Schicht
2. E-Schicht
3. F_1-Schicht
4. F_2-Schicht

50Ω

D-REGION

- In ca. 50–90 km Höhe
- Existiert ***nur am Tag***
- Nach Sonnenuntergang sehr schnell verschwunden
- Starke ***Dämpfung*** von Funkwellen unter 10 MHz
- Keine Raumwelle für Amateurfunkbänder wie 160 m oder 80m

EH210: Warum sind Signale im 160- und 80 m-Band tagsüber nur schwach und nicht für den weltweiten Funkverkehr geeignet? Sie sind ungeeignet wegen der Tagesdämpfung in der ...

A: D-Region.

B: F2-Region.

C: A-Region.

D: F1-Region.

EH105: Welchen Einfluss hat die D-Region auf die Fernausbreitung?

A: Die D-Region reflektiert tagsüber die Wellen im 80- und 160 m-Band.

B: Die D-Region verhindert nachts die Fernausbreitung im Lang-, Mittel- und unteren Kurzwellenbereich.

C: Die D-Region absorbiert tagsüber die Wellen im 10 m-Band.

D: Die D-Region führt tagsüber zu starker Dämpfung im 80- und 160 m-Band.

E-REGION

- In ca. 90–130 km Höhe
- Entsteht *tagsüber* mit Maximum zur Mittagszeit
- Verschwindet etwa 1 Stunde nach Sonnenuntergang
- Starke Ionisation $\longrightarrow$ Sporadic-E
- Namensgebene: *E*(lektrische)*-Schicht*

EH106: Welche ionosphärische Region sorgt während der Sommermonate für gelegentliche gute Ausbreitung vom oberen Kurzwellenbereich bis in den UKW-Bereich?

A: Die D-Region

B: Die E-Region

C: Die F1-Region

D: Die F2-Region

F-REGIONEN

- In ca. 200–400 km Höhe
- Am stärksten ionisierte Schicht
- F_1-Schicht existiert ***nur am Tag***
- F_2-Schicht bleibt ***nachts*** bestehen

EH104: Welche ionosphärische Region ermöglicht DX-Verbindungen im 80 m-Band in der Nacht?

A: Die E-Region

B: Die F2-Region

C: Die D-Region

D: Die F1-Region

50Ω

EH103: Welche ionosphärische Region ermöglicht im wesentlichen Weitverkehrsverbindungen im Kurzwellenbereich?

A: E-Region

B: F2-Region

C: F1-Region

D: D-Region

EH102: In welcher Höhe befinden sich für die Kurzwellen-Fernausbreitung (DX) wichtige ionosphärische Regionen? Sie befinden sich in ungefähr ...

A: 50 bis 90 km Höhe.

B: 90 bis 130 km Höhe.

C: 130 bis 200 km Höhe.

D: 130 bis 450 km Höhe.

SONNENZYKLUS

- Im Schnitt alle 11 Jahre durch Umkehrung des Magnetfelds
- Führt zu starker Ionisation der F_2-Region

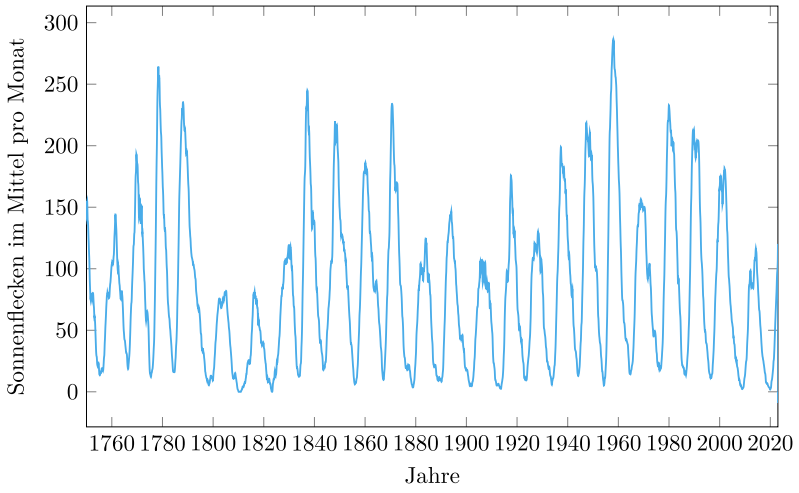

Abbildung 7: Zählung der monatlichen Sonnenflecken seit 1749

URSACHEN DES SONNENZYKLUS

- Polregionen der Sonne rotieren langsamer als Äquator
- Führt zu inneren Spannungen des Magnetfelds
- Magnetfelder zwischen Sonnenflecken fallen abrupt zusammen $\longrightarrow$ Plasma wird freigesetzt und hat Einfluss auf die Ionosphäre der Erde

EH107: Die Sonnenaktivität ist einem regelmäßigen Zyklus unterworfen. Welchen Zeitraum hat dieser Zyklus ungefähr?

A: 12 Monate

B: 7 Jahre

C: 11 Jahre

D: 6 Monate

EH205: Welche Aussage ist für das Sonnenfleckenmaximum richtig?

A: Die Sonnenaktivität ist sehr hoch und führt zu stärkerer Ionisation in der F-Region.

B: Die Sonnenaktivität ist sehr hoch und führt zu schwächerer Ionisation in der F-Region.

C: Die Sonnenaktivität verringert sich stark und führt zu stärkerer Ionisation in der F-Region.

D: Die Sonnenaktivität ist in der Nacht sehr hoch, am Tag sehr schwach und führt deshalb zu keiner Ionisation in der D-Region.

EH219: Welches Frequenzband kann im Sonnenfleckenmaximum tagsüber auch mit kleiner Leistung für weltweite Funkverbindungen verwendet werden?

A: 80 m-Band

B: 2 m-Band

C: 10 m-Band

D: 160 m-Band

TOTE ZONE I

- Bereich, wo die ***Bodenwelle nicht mehr*** hin gelangt
- Und die ***Raumwelle noch nicht*** hingelangt
- Abhängig vom Reflexionswinkel der Raumwelle
- Funkstationen in der Toten Zone können mich nicht hören

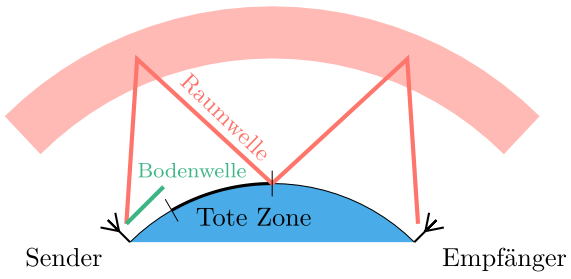

Abbildung 8: Tote Zone

EH201: Unter der „Toten Zone“ wird der Bereich verstanden, ...

A: der durch die Überlagerung der Bodenwelle mit der Raumwelle in einer Zone der gegenseitigen Auslöschung liegt.

B: der durch die Bodenwelle erreicht wird und für die Raumwelle nicht zugänglich ist.

C: der durch die Bodenwelle nicht mehr erreicht wird und durch die Raumwelle noch nicht erreicht wird.

D: der durch die Bodenwelle überdeckt wird, so dass schwächere DX-Stationen zugedeckt werden.

FADING

- Raumwelle trifft noch im Bereich der Bodenwelle wieder zum Empfänger
- Durch Wellenüberlagerung können sich Raum- und Bodenwelle gegenseitig abschwächen
- Signal verliert an Stärke ⟶ *Fading*

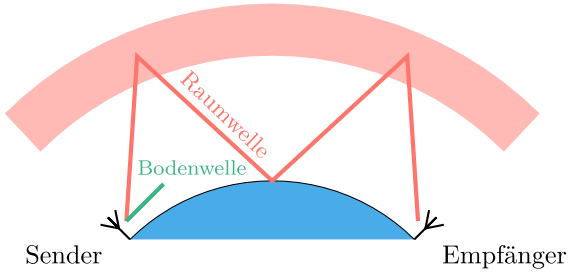

Abbildung 13: Ausbreitung von Raum- und Bodenwelle

EH203: Wie nennt man den Feldstärkeschwund durch Überlagerung von Boden- und Raumwelle?

A: Fading

B: Backscatter

C: MUF

D: Mögel-Dellinger-Effekt

EH202: Was kann durch das Zusammenwirken von Raum- und Bodenwelle verursacht werden?

A: Rückstreuung (Backscatter)

B: Rauschen (Noise)

C: Frequenzverschiebung (Doppler-Effekt)

D: Feldstärkeschwankungen (Fading)

SPRUNGDISTANZ I

- Je flacher meine Antenne im Winkel zur Erdoberfläche abstrahlt, umso weiter ist die Sprungdistanz
- Je steiler meine Antenne nach oben strahlt, umso kürzer ist die Sprungdistanz

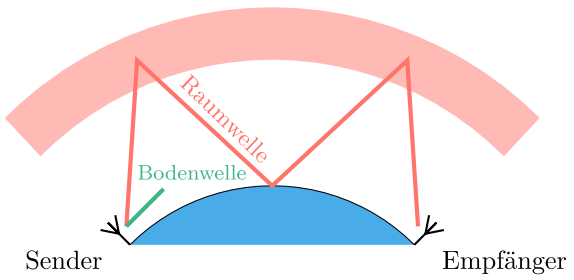

Abbildung 13: Ausbreitung von Raum- und Bodenwelle

EH208: Von welchem der genannten Parameter ist die Sprungdistanz abhängig, die ein KW-Signal auf der Erdoberfläche überbrücken kann? Sie ist abhängig ...

A: vom Antennengewinn.

B: von der Polarisation der Antenne.

C: von der Sendeleistung.

D: vom Abstrahlwinkel der Antenne.

MUF UND LUF

MAXIMAL USABLE FREQUENCY (MUF)

- Höchste zwischen zwei Orten verwendbare Frequenz
- Ist abhängig vom Abstrahlwinkel der Antenne
- Und der kritischen Frequenz der Ionosphäre

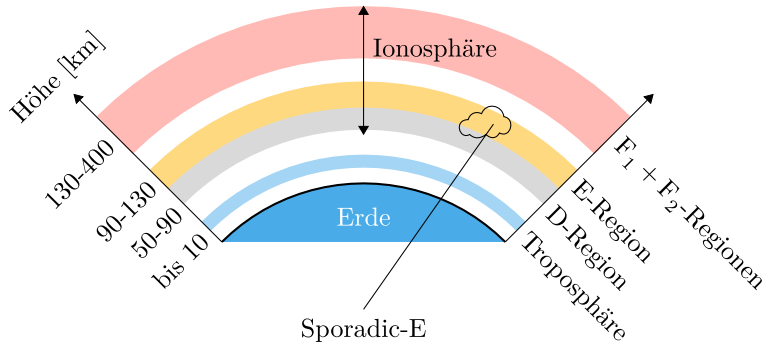

Abbildung 12: Für den Amateurfunk relevante Schichten in der Atmosphäre

BERECHNUNG DER MUF

$$MUF \approx \frac{f_c}{sin(\alpha)}$$

α ist der Abstrahlwinkel der Antenne zum Boden

f_c ist die kritische Frequenz bei der senkrecht auf die Ionosphäre auftretende Funkstrahlen von den Regionen gebrochen werden $\longrightarrow$ bei stärkerer Ionisation einer Region steigt die kritische Frequenz

50Ω

EH204: Was bedeutet die „MUF“ bei der Kurzwellenausbreitung?

A: Höchste nutzbare Frequenz

B: Niedrigste nutzbare Frequenz

C: Mittlere Nutzfrequenz

D: Kritische Grenzfrequenz

EH207: Sie führen Funkbetrieb nahe der aktuell höchstmöglichen Frequenz (MUF) durch. Um den Funkbetrieb auf noch höheren Frequenzen fortsetzen zu können, muss die Ionisation der brechenden Region ...

A: unverändert bleiben.

B: abnehmen.

C: verschwinden.

D: zunehmen.

EH206: Eine stärkere Ionisierung der F2-Region führt zu ...

A: einer größeren Durchlässigkeit für die höheren Frequenzen.

B: einer niedrigeren MUF.

C: einer stärkeren Absorption der höheren Frequenzen.

D: einer höheren MUF.

50Ω

LOWEST USABLE FREQUENCY (LUF)

- Abhängig von der Ionisierung in der D-Schicht
- Je weniger Dämpfung in der D-Schicht, umso mehr tiefere Funkwellen können diese Schicht durchdringen und an den höheren Schichten reflektieren

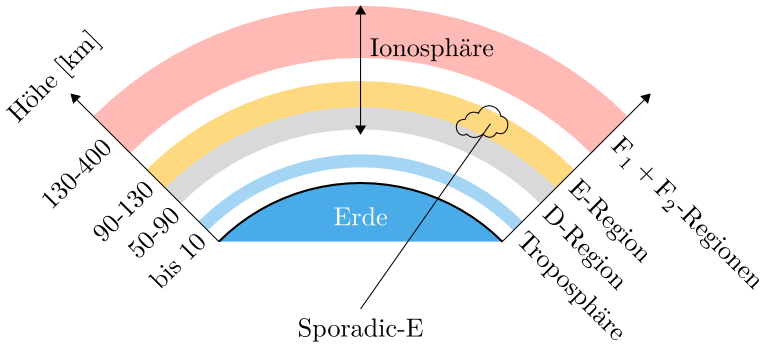

Abbildung 12: Für den Amateurfunk relevante Schichten in der Atmosphäre

EH209: Die niedrigste brauchbare Frequenz (LUF) bei Raumwellenausbreitung zwischen zwei Orten hängt ab ...

A: vom Abstrahlwinkel der Antenne.

B: vom Ionisierungsgrad in der E-Region.

C: vom Ionisierungsgrad in der D-Region.

D: von der Polarisation der Antenne.

50Ω

BODENWELLE

- Die Bodenwelle reicht über den sichtbaren Horizont raus
- Folgt der Erdkrümmung
- Am besten für Frequenzen unter 3 MHz

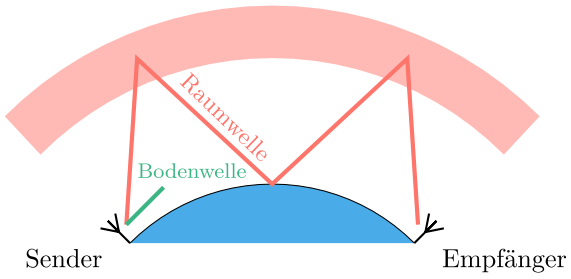

Abbildung 13: Ausbreitung von Raum- und Bodenwelle

REICHWEITE

- Reichweite ist von Frequenz und Bodenbeschaffenheit abhängig
- Langwelle (30 kHz–300 kHz) bis zu 1000 km, Mittelwelle (300 kHz–3 MHz) bis zu 250 km
- Gut nutzbar im 160 m-Band
- Im 10 m-Band für Kommunikation im Stadtbereich nutzbar
- VHF und höhere Frequenzen vernachlässigbar

50Ω

EH211: Die Ausbreitung der Wellen im 160 m-Band erfolgt tagsüber hauptsächlich ...

A: über die Bodenwelle, weil durch die Dämpfung der D-Region keine Raumwelle entstehen kann.

B: über die Raumwelle, weil die Refraktion (Brechung) in der D-Region für Frequenzen bis zu 2 MHz besonders stark ist.

C: über die Raumwelle, weil es in der Troposphäre durch Temperaturinversionen zu Reflexionen für die Frequenzen unter 2 MHz kommen kann.

D: über Raum- und Bodenwelle, weil es bei den Frequenzen unter 2 MHz nur zu geringfügiger Phasenverschiebung zwischen reflektierter und direkter Welle kommt.

EH212: Welche der folgenden Aussagen trifft für KW-Funkverbindungen zu, die über Bodenwellen erfolgen?

A: Die Bodenwelle folgt der Erdkrümmung und geht nicht über den geografischen Horizont hinaus. Sie wird in niedrigeren Frequenzbereichen stärker gedämpft als in höheren Frequenzbereichen.

B: Die Bodenwelle folgt der Erdkrümmung und geht über den geografischen Horizont hinaus. Sie wird in höheren Frequenzbereichen stärker gedämpft als in niedrigeren Frequenzbereichen.

C: Die Bodenwelle folgt der Erdkrümmung und geht nicht über den geografischen Horizont hinaus. Sie wird in höheren Frequenzbereichen stärker gedämpft als in niedrigeren Frequenzbereichen.

D: Die Bodenwelle folgt der Erdkrümmung und geht über den geografischen Horizont hinaus. Sie wird in niedrigeren Frequenzbereichen stärker gedämpft als in höheren Frequenzbereichen.

GREYLINE

- Übergang zwischen Tag- und Nacht
- Für den Kurzwellenfunk interessant

Aktuelle Zeit:
Sun Mar 03 2024 21:50:30 GMT+0100
(Mitteleuropäische Normalzeit)

Zurücksetzen

50Ω

Tag zu Nacht

- D-Region wird abgebaut
- E-Region kann noch vorhanden sein
- F_1-Region baut langsam ab
- F_2-Region bleibt geschwächt bestehen

Nacht zu Tag

- D-Region baut erst auf, wenn Sonne in unteren Regionen angekommen
- E-Region baut sich langsam auf
- F_1-Region vor E- und D-Region aufgebaut
- F_2-Region wird wieder stärker

GREYLINE-DX

- Kurzwellen werden an der schwachen D-Region flach gebrochen und weniger gedämpft
- Die gebrochenen Kurzwellen werden in der F-Region flach reflektiert
- Hohe Skip-Distanz
- *Greyline-DX* oder *Twilight-DX*

EH213: Bei der Ausbreitung auf Kurzwelle spielt die so genannte „Greyline“ eine besondere Rolle. Was ist die „Greyline“?

A: Die Zone der Dämmerung um Sonnenauf- und -untergang herum.

B: Die Übergangszeit vor und nach dem Winter, in der sich die D-Region ab- und wieder aufbaut.

C: Die Zeit mit den besten Möglichkeiten für „Short-Skip“-Ausbreitung.

D: Die instabilen Ausbreitungsbedingungen in der Äquatorialzone.

MÖGEL-DELLINGER-EFFEKT

- Sonneneruptionen mit Plasma-Flares ionisieren die D-Region
- Hohe Dämpfung der Raumwelle bis 300 MHz
- Totaler Ausfall der Raumwelle für wenige Minuten bis Stunden möglich
- Kann nur tagsüber auftreten
- Besonders stark bei Sonnenfleckenmaximum

EH214: Ein plötzlicher Anstieg der Intensitäten von UV- und Röntgenstrahlung nach einem Flare (Energieausbruch auf der Sonne) führt zu erhöhter Ionisierung der D-Region und damit zu zeitweiligem Ausfall der Raumwellenausbreitung auf der Kurzwelle. Diese Erscheinung bezeichnet man als ...

A: kritischer Schwund.

B: sporadische E-Ausbreitung.

C: Mögel-Dellinger-Effekt.

D: Aurora-Effekt.

EH215: Welche Auswirkung hat der Mögel-Dellinger-Effekt auf die Ausbreitung von Kurzwellen?

A: Den zeitlich begrenzten Ausfall der Raumwellenausbreitung.

B: Den zeitlich begrenzten Schwund durch Mehrwegeausbreitung in der Ionosphäre.

C: Die zeitlich begrenzt auftretende Verzerrung der Modulation.

D: Das Übersprechen der Modulation eines starken Senders auf andere, über die Ionosphäre übertragene HF-Signale.

LANGER UND KURZER WEG I

- Durch die Kugelform der Erde kann ein Ziel geradlinig über zwei Wege erreicht werden
- Funkwellen können sich je nach Ausbreitungsbedingungen besser über den längeren, indirekten Weg ausbreiten

EH217: Was bedeutet die Aussage, dass ein Funkamateur in Deutschland mit „VK“ auf dem „langen Weg“ gearbeitet hat?

A: Die Verbindung mit Australien ist wegen der Ausbreitungsbedingungen auf dem indirekten und somit längeren Weg über Südamerika hinweg zustande gekommen.

B: Die Verbindung mit Australien ist wegen der Ausbreitungsbedingungen auf langem direktem Weg über Südamerika hinweg zustande gekommen.

C: Der Verbindungsweg mit Australien ist wegen der schlechten Ausbreitungsbedingungen erst nach langer Wartezeit zustande gekommen.

D: Die Verbindung mit Südamerika ist wegen der Ausbreitungsbedingungen auf dem indirekten und somit längeren Weg über Australien hinweg zustande gekommen.

EH216: Was ist mit der Aussage „Funkverkehr über den langen Weg (long path)“ gemeint?

A: Bei guten Ausbreitungsbedingungen treten mehrfache Refraktionen (Brechungen) mit vielen Sprüngen (hops) auf. Sie hören dann Ihre eigenen Zeichen zeitverzögert als „Echo“ im Empfänger wieder. Sie laufen also den „langen Weg einmal um die Erde“.

B: Bei guten Ausbreitungsbedingungen treten mehrfache Refraktionen (Brechungen) mit vielen Sprüngen (hops) auf. Dann ist es möglich, sehr weite Entfernungen – „lange Wege“ – zu überbrücken.

C: Die Funkverbindung läuft nicht über den direkten Weg zur Gegenstation, sondern über die dem kürzesten Weg entgegengesetzte Richtung.

D: Bei sehr guten Ausbreitungsbedingungen liegen die reflektierenden Regionen in großer Höhe. Die Sprungdistanzen werden dann sehr groß, so dass sie die Reichweite der Bodenwelle um ein Vielfaches übertreffen. Dann kann man mit einem Sprung einen „sehr langen Weg“ zurücklegen.

FRAGEN?

- Weiter zum nächsten Kapitel:
- Zurück zur Übersicht