

Afu-Kurs

Betriebstechnik/Vorschriften 11: Betriebsabwicklung auf VHF/UHF

DL0XK

AmateurfunkForschungsGruppe der TU Kaiserslautern

<https://www.amateurfunk.uni-kl.de/home/>



This work is licensed under the *Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 License*.

Amateurfunkgruppe der Technische Universität Kaiserslautern, DL0XK, Stand: Tue Jul 30 21:18:22 2019 +0200
basierend auf dem Kurs der Amateurfunkgruppe der Technische Universität Berlin (AfuTUB), DKØTU

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR



Baken
DKØTU
Bandpläne

Einleitung

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

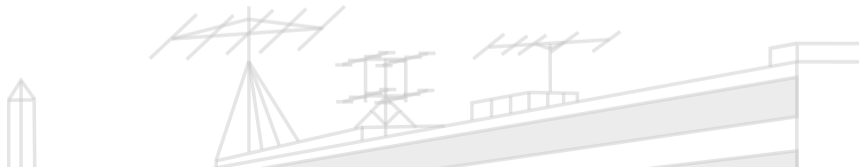
ARTOB

OSCAR

QTH-Locator
AmateurfunkForschungsGruppe

DKØTU
Bandpläne

Von welchen Frequenzbereichen reden wir bei VHF und UHF?



Einleitung

Von welchen Frequenzbereichen reden wir bei VHF und UHF?

Richtig, 30 – 300 MHz (VHF) und 300 – 3000 MHz (UHF)

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR

QTH-Locator
 AFG
 AmateurfunkForschungsGruppe

Baken
 DKØTU
 Bandpläne

UKW-Eigenschaften

- Freiraumausbreitung, eine quasi-optische Ausbreitung, ähnlich dem Licht
- Reichweite normalerweise ca. 10 bis 250km – was sind die Faktoren?

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR


 AFG
 AmateurfunkForschungsGruppe

Baken

DKØTU

Bandpläne

UKW-Eigenschaften

- Freiraumausbreitung, eine quasi-optische Ausbreitung, ähnlich dem Licht
- Reichweite normalerweise ca. 10 bis 250km – was sind die Faktoren?
 - Frequenzbereich
 - Gelände
 - Antennenhöhe
 - Sendeleistung
 - Betriebsart
 - abwarten... Überreichweiten bis über 2000km

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR


 AFG
 AmateurfunkForschungsGruppe

Baken
 DKØTU
 Bandpläne

Simplex (SX)

SX, auch *Richtungsverkehr*, eigentlich reine "one-way"-Kommunikation: Daten können in nur eine Richtung übertragen werden, diese Technik ermöglicht keine Antwort.

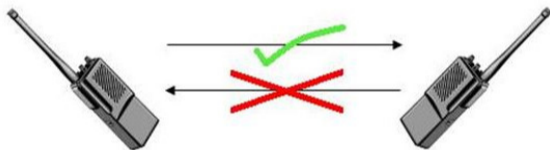


Abb. 1: Simplex (von SImedioP [↗](#) [©](#) [1](#) [0](#))

- Beispiele:
 - Broadcast: Hörfunk, Fernsehen, Funk-Baken, GPS, ...
 - Funkmikro, Babyfon
 - Pager

Halbduplex (HX)

Beim Halb- oder Semiduplex, auch *Wechselverkehr* oder *Bedingter Gegenverkehr* können Daten abwechselnd, aber nicht gleichzeitig, in beide Richtungen fließen.

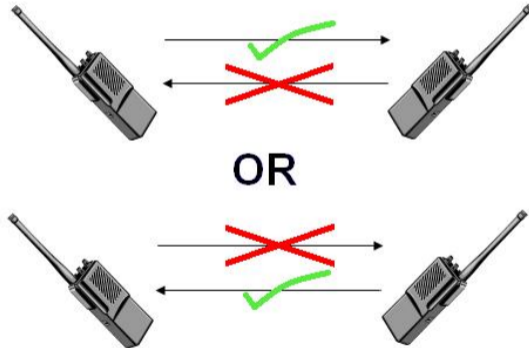


Abb. 2: Half Duplex (von Greggregreg)

Halbduplex (HX)

- Simplex ITU-T definition: One way signaling at a time
 - SX im AFu oft auch stellvertretend für Kommunikation, die nur eine Frequenz zum Senden und Empfangen nutzt, anstatt einen Repeater zu nutzen
 - gemeint ist aber Halbduplex bzw. Semiduplex
-
- zum Vergleich:
 - AFu-Handfunkbetrieb
 - Intercom/Türsprechanlage
 - CB-Funk
 - PMR-Funk

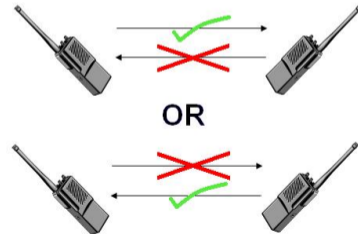


Abb. 3: Half Duplex (von Greggregreg

Vollduplex (DX)

Beim DX¹, auch *Gegenverkehr*, können Daten in beide Richtungen gleichzeitig übertragen werden.



Abb. 4: Full Duplex (von Greggregreg ☺ ©)

- Beispiele:

- Telefon
- Ethernet
- “Datenfunk” via Satelliten oder HamNet

¹nicht verwechseln mit weite Entfernung

Einfacher FM-Funkbetrieb

In den so genannten Simplex-Bereichen² finden lokale “Runden” statt. Ein QSO startet z.B. mit:

“[Hier ist ein] Allgemeiner Anruf von DKØTU”

oder

“[CQ] DKØTU von DL7BST”

²NBFM (Narrow-Band FM) mit ca. 12 kHz Bandbreite, Kanalraster 12,5 kHz

Einfacher FM-Funkbetrieb

- es folgen so genannte Durchgänge in die man sich reinhängen kann – nicht brachial, sondern vorsichtig
- lockere Gesprächsatmosphäre ohne Q-Codes
- mitschreiben der Gegenstationen und ihre Rapporte hilft
- QTH nennen, Rig vorstellen
- außerhalb von Runden freie QRG suchen oder entsprechende Anruf Frequenz nutzen

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR

QTH-Locator
 AFG
 AmateurfunkForschungsGruppe

Baken
 DKØTU
 Bandpläne

Relaisbetrieb

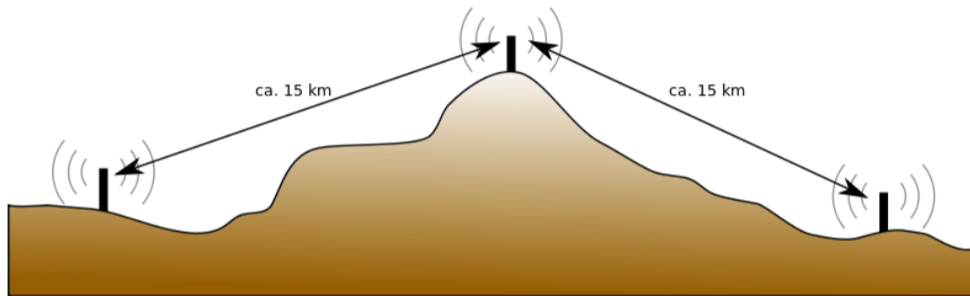


Abb. 5: Relaisstelle (von ⚡ (Aleph) ⚡ Beerware Licence)

- Umsetzerstationen, normalerweise exponiert – warum?
- unterschiedliche Ein-/Ausgabe-Frequenz im gleichen Band (Duplex)

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR

QTH-Locator
 AFG
 AmateurfunkForschungsGruppe

Baken
 DKØTU
 Bandpläne

Relaisfunkbetrieb

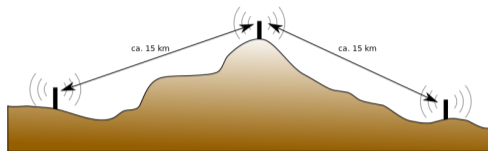


Abb. 6: Relaisstelle (von ⚡ (Aleph) ↪ Beerware Licence)

- QRGs werden abgestimmt und bei *BNetzA* angemeldet
- Ablage oder Shift (abweichend in anderen Ländern):
 - 2-m-Band: 600kHz
 - 70-cm-Band: 7,6MHz
 - 23-cm-Band: 35MHz
 - MERKE: Das Relais sendet "von oben"!
- Öffnung meist mit 1750-Hz-Ton – bei Erfolg hört man die Kennung
- manche Relais verwenden CTCSS/DTS

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR

Echolink

Betriebsart, die Repeater über das Internet verbindet.

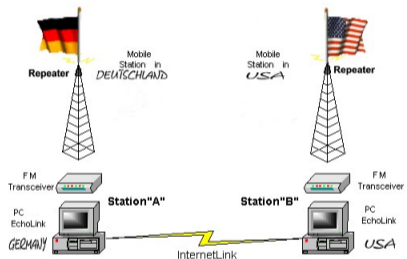


Abb. 7: Echolink (von Stahlecker Copyrighted free use)

- Ziel-Knotennummern können mit DTMF³-Tönen gewählt werden
- außer zusätzliches Delay kaum Unterschied zum Relais

³Dual-tone multi-frequency (Mehrfrequenzwahlverfahren)

Troposphärische Überreichweiten (Tropo DX)

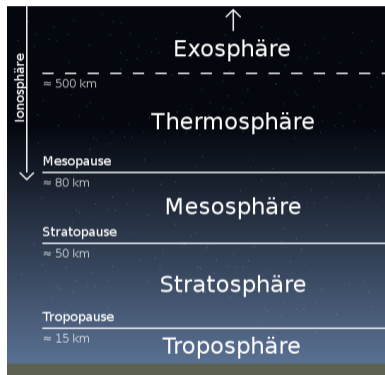


Abb. 8: Atmosphäre Stufen (von Niko Lang (original image), Ladyt (vector version) [↗](#) [©](#) [f](#) [d](#))

Troposphäre: Unterste Schicht der Erdatmosphäre AKA *Wetterschicht*

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR

Troposphärische Überreichweiten (Tropo DX)



Abb. 9: Inversionswetterlage (von Adam Hauner [↗](#) [©](#) [f](#))

- größter Teil der Wärme wird vom Erdboden aufgenommen, weswegen die Lufttemperatur im Schnitt um etwa $6,5^{\circ}\text{C}$ pro Kilometer Höhe abnimmt
- Meteorologische Vorgänge können für Inversionen sorgen

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

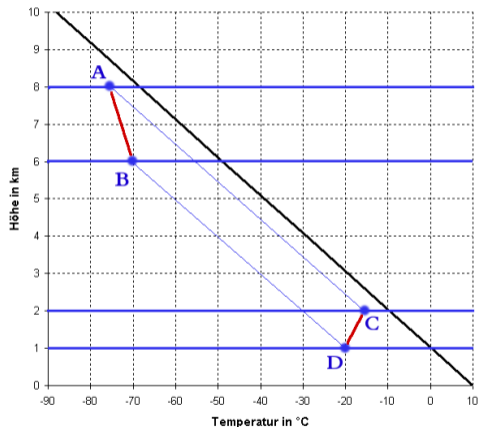
ARTOB

OSCAR

 AFG
AmateurfunkForschungsGruppe

Baken
DKØTU
Bandpläne

Troposphärische Überreichweiten (Tropo DX)



- an den Sprüngen kann UKW gebrochen werden, 100 bis 1000km Reichweite
- meist Herbst und Frühling
- kurze Durchgänge: Rapport, Locator und eventuell noch Namen
- Beispiel: QSO zwischen DC4LW in Berlin und DO1DAN mit 10W in Dannenberg (200km) via DB0BLO (70cm) an einem Septembermorgen

Abb. 10: Absinkinversion (von Saperaud ©)

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX
HX
DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb
Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX
Aurora borealis
Sporadic-E
Meteorscatter
EME
Betriebstechnik

Transponder

ARTOB
OSCAR

Aurora borealis



Abb. 11: Aurora Seen from Space by NASA (von NASA  )

Um das Sonnenfleckenmaximum (ca. 11-Jahres-Zyklus) herum gibt es starke Sonnenwinde als kurzzeitige Erscheinungen.

- Erdmagnetfeld zieht diese auf die Polkappen, ionisiert diese (Polarlicht).

Aurora borealis

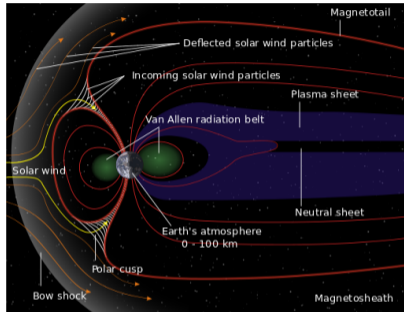


Abb. 12: Structure of the Magnetosphere (von Original bitmap from NASA. SVG rendering by Aaron Kaase [↗](#) [©](#) [S](#))

- VHF wird stark verzerrt (verrauscht und verbrummt) reflektiert
- kein SSB/FM, nur Telegrafie
- Antennenrichtung: Null +/- 30 Grad

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR

QTH-Locator
AFG
 AmateurfunkForschungsGruppe

Baken
 DKØTU
 Bandpläne

Sporadic-E

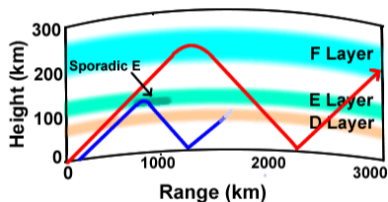


Abb. 13: Sporadic E. Rot: Normale KW

Blau: KW bei Sporadic E (von Naval

Postgraduate School ☞ ©)

E_S -Schicht: In Frühsommermonaten sporadisch stark ionisierte Bereiche am unteren Rand der E-Schicht.

- Entstehung ist nicht geklärt
- Bei KW Ausbreitung und Empfang der "toten Zone" möglich, aber kein DX
- Aber auch UKW wird gebrochen → Reichweitensteigerung
- 1000 bis 2000km Hops mit QRP
- keine stetige Verbindung, Schichten ändern sich innerhalb weniger Minuten
- kurze Durchgänge: Rapport, Locator und eventuell noch Namen

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR

QTH-Locator
 AFG
 AmateurfunkForschungsGruppe

Baken
 DKØTU
 Bandpläne

Vergleich der Überreichweiten

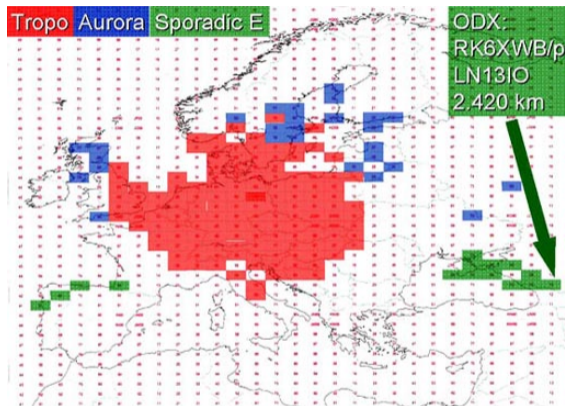


Abb. 14: 2m Karte bei Überreichweiten (von DFØYY ☺)

Gearbeitete Großfelder von *DFØYY* auf dem 2 Meter Band

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR

QTH-Locator
 AFG
 AmateurfunkForschungsGruppe

Baken
 DKØTU
 Bandpläne

Meteorscatter (MS)

In die Atmosphäre eintretende Meteoritenschauer⁴ ionisieren die Luftschichten.



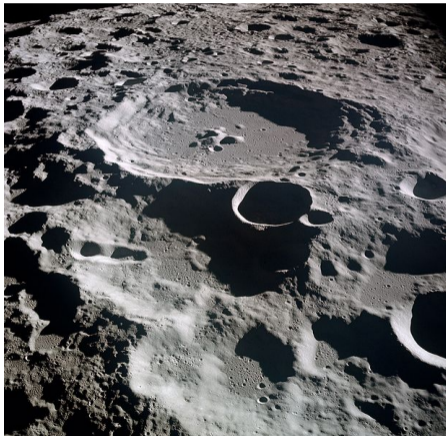
Abb. 15: Meteor (von Thomas Grau derivative work: Basilicofresco ☒ ©©)

- ca. 100 km Höhe
- Sekundenbruchteile (Ping), wenige Sekunden (Burst), sehr selten mehrere Minuten
- Hops von ca. 800 bis 2500 km
- High-Speed-Telegrafie (Computer- bzw. Tonbandgestützt) oder Digimodes wie FSK441
- extrem verkürzte SSB-Kontakte selten möglich

⁴3D-Simulation der Meteorströme im Sonnensystem: <https://www.meteorshowers.org/>

Erde-Mond-Erde (EME)

Mondoberfläche als Reflektor für UKW



- Mond ca. $0,5^\circ$ der Himmelsoberfläche
- vom Mond aus Erde auch nur ca. 2°
- extrem schlechter Reflektor (10%, diffus), 250dB Dämpfung bei 2m-Band
- ergo: gute Richtwirkung, QRO und Schmalbandbetriebsarten (CW, Digimodes wie JT65)

Abb. 16: Lunar Crater Daedalus (von NASA

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR



Abb. 17: DFØMU in Schöppingen (von DC4LW ☺)

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR

 **ARES**
AmateurfunkForschungsGruppe

Baken

DKØTU

Bandpläne

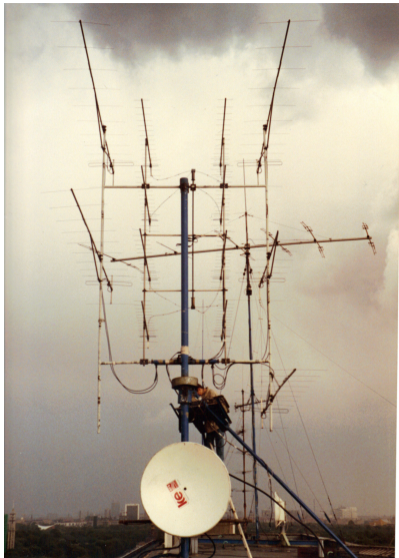


Abb. 18: UKW-Gruppen bei DKØTU im Jahr 1988/89 (von DKØTU ♂)

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR

Betriebstechnik bei Überreichweiten – Beispiel

- Um was geht es in der Funk-Verbindung aus dem Audio-Beispiel?⁵
- Welche Informationen werden ausgetauscht?⁶

⁵ siehe bv11-Ordner

⁶ Eine Station ist nicht zu verstehen, das Prinzip ist dennoch nachvollziehbar

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR



Transponder

Kofferwort aus Transmitter und Responder – im Prinzip ein Breitbandrelais.

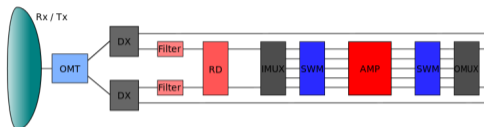


Abb. 19: Transponder (von Dantor ☞ © ⓘ ⓘ)

- Meist sind Lineartransponder gemeint, die einen Frequenzbereich duplex auf einen anderen umsetzen – unabhängig von der Betriebsart
- oftmals verschiedene Bänder
- RX, Amplify, TX
- geringe Leistung verwenden, da AGC nach stärkstem Signal regelt
- einige Transponder können diese *Krokodile* ausnotchen

ARTOB

Amateur Radio Transponder On Balloon



Abb. 20: Wetterballon Nutzlast (von Harald Linden O28 Lennestadt ♂ GPL)

- Möglichkeit einen Transponder für günstige Ausbreitung zu nutzen
- Höhe bis zu 30 km

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR

OSCAR

Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio

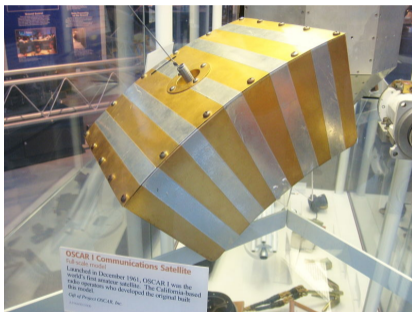


Abb. 21: OSCAR1 (von Daderot [↗](#) [©](#) [©](#))

- Satellitenfunkbetrieb
- bereits 12/1961 OSCAR 1 (vgl. *Sputnik 1* 10/1957)

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR

OSCAR

- meist elliptische Umlaufbahnen⁷
- für Funkkontakt relevante Parameter:
 - Azimut
 - Elevation
 - Apogäum (max. Entfernung)
 - Perigäum (min. Entf.)
- Up- und Downlink⁸ oft in verschiedenen Bändern (Transponderfahrplan)
- teilweise SSB mit LSB im Uplink und USB im Downlink
- old and busted coming up: geostationär (35.786 km)
- new hotness coming up: Kleinsatelliten (CubeSat und kleiner)

⁷Stuff in Space: <http://stuffin.space/>

⁸2-m-Band: 145,300-146,500 MHz; 70-cm-Band: 438,000-440,000 MHz **freizuhalten!**

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR

QTH-Locator (Maidenhead Locator)

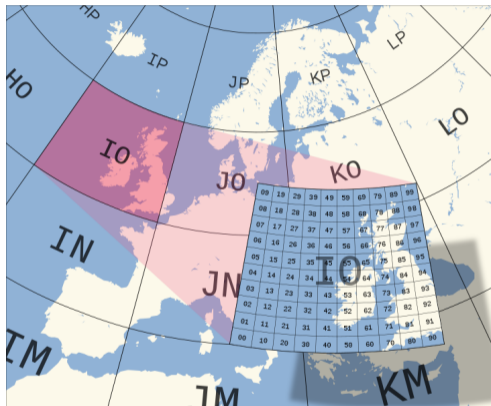


Abb. 22: Maidenhead Grid (von Oona Räisänen (Mysid)

Von *IARU* entwickelter Standortkennner durch Aufteilung der Erde in Felder.

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR

QTH-Locator (Maidenhead Locator)

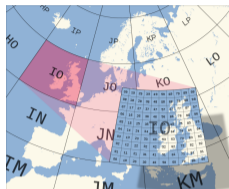


Abb. 23: Maidenhead Grid (von Oona Räisänen (Mysid) [↗](#) [©](#) [i](#) [d](#))

324 Fields (Größtfelder)⁹ AA (links unten) bis RR (rechts oben)

100 Squares (Großfelder)¹⁰ 00 (l.u.) bis 99 (r.o.)

576 Subsquares (Kleinfelder)¹¹ AA (l.u.) bis XX (r.o.)

⁹ 20 Längengrade, 10 Breitengrade

¹⁰ 2 Längengrade, 1 Breitengrad

¹¹ ca. 7x5 km in unseren Breitengraden

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR

Baken im VHF/UHF-Bereich

Angemeldete automatisch arbeitende Sender zur Bestimmung der Ausbreitungsbedingungen – wie bei HF.

- im Unterschied zur HF-Bake auch Aussendung des Locators und ggf. zusätzliche Infos
- auch hier: Sendeverbot auf den QRGs

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR



 QTH-Locator

AmateurfunkForschungsGruppe

 Baken

 DKØTU

 Bandpläne

Bandpläne

Schauen wir nun mit dem erworbenen Wissen auf die Bandpläne:

<http://www.darc.de/referate/vus/bandplaene/>

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

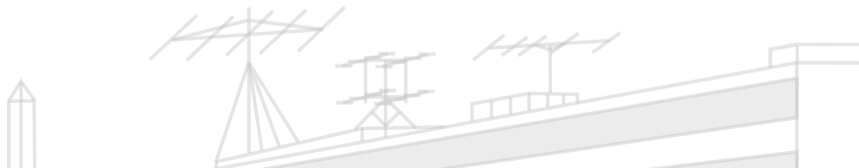
Transponder

ARTOB

OSCAR

QTH-Locator
 AFG
 AmateurfunkForschungsGruppe

Baken
 DKØTU
 Bandpläne



Referenzen/Links

- [1] Moltrecht B/V 11:
<https://www.darc.de/der-club/referate/ajw/lehrgang-bv/bv11/>
- [2] Wikipedia DE:
http://de.wikipedia.org/wiki/Duplex_%28Nachrichtentechnik%29
<http://de.wikipedia.org/wiki/Echolink>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Troposph%C3%A4re>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Transponder>
<http://de.wikipedia.org/wiki/OSCAR>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Kleinsatellit>
<http://de.wikipedia.org/wiki/QTH-Locator>
<http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cberreichweite>
- [3] Wikipedia EN:
http://en.wikipedia.org/wiki/Simplex_communication
http://en.wikipedia.org/wiki/Duplex_%28telecommunications%29
- [4] UKW-Bandpläne des DARC:
<http://www.darc.de/referate/vus/bandplaene/>

Afu-Kurs

B/V 11

Einleitung

UKW

Verkehrsarten

SX

HX

DX

FM-Funkbetrieb

Relaisbetrieb

Echolink

Ausbreitungsbed.

Tropo DX

Aurora borealis

Sporadic-E

Meteorscatter

EME

Betriebstechnik

Transponder

ARTOB

OSCAR