# Inhaltsverzeichnis


1. Kategorie:Mikrowelle ..... 2
2. 10GHz Bakenprojekt ..... 6
3. 23cm-Band/1300MHz ..... 8
4. Antenne ..... 14
5. Antennenkabel ..... 16
6. Bake OK0EB ..... 18
7. Baken in Ungarn ..... 19
8. Bandwacht ..... 20
9. Benutzer:OE1VMC ..... 25
10. Breitenstein Bake OE5XBM ..... 26
11. Das Reflexklystron ..... 27
12. Die Entwicklung der Mikrowelle im Amateurfunk ..... 30
13. Die Geschichte der Elektromagnetischen Wellen ..... 37
14. Einleitung Mikrowelle ..... 42
15. El Cuatro ..... 45
16. GUNN-Plexer ..... 46
17. Galerie ..... 57
18. Leser Forum ..... 60
19. Links ..... 61
20. Mikrowellen - Erstverbindungen ..... 71
21. Mikrowellen DX Rekorde ..... 81
22. Modulationsarten ..... 86
23. Newcomer ..... 90
24. Q65 ..... 91
25. QO-100 ..... 94
26. QTH-Locator ..... 97
27. Rechner - Mini dB ..... 101
28. Sonnblick Bake OE2XRO ..... 102
29. Transverter Technik im Wandel der Zeit ..... 105
30. Was sind Mikrowellen? ..... 124

# Kategorie:Mikrowelle

## Mikrowelle

Bearbeiter Wolfgang Hoeth, Benutzer:OE4WOG, und Christoph Mecklenbräuker, Benutzer:OE1VMC .

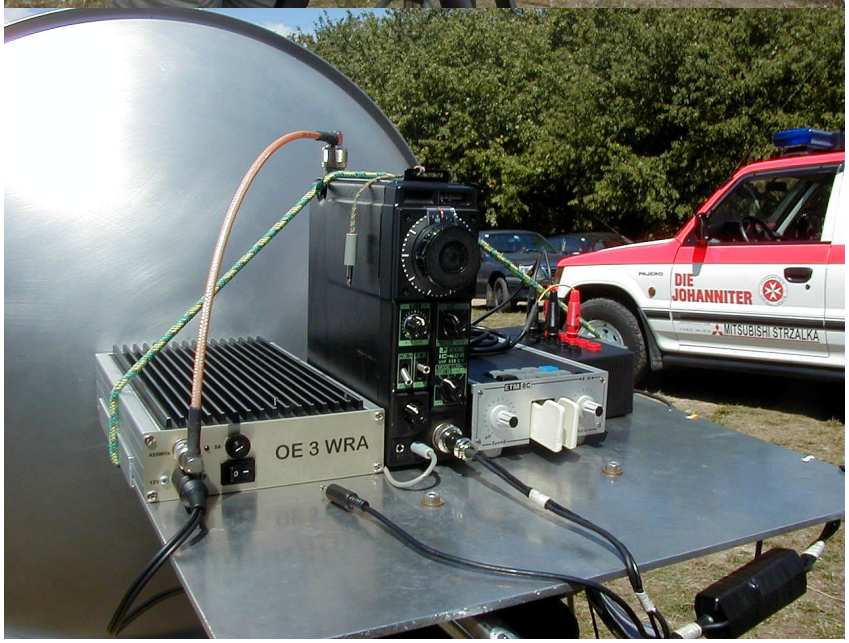
**Mikrowelle** ist die umgangssprachliche Bezeichnung für elektromagnetische Wellen im Frequenzbereich von 1 bis 300 GHz. Die Wellenlängen reichen damit von etwa 30 cm bis 1 mm.

Industrielle Quellen definieren den Mikrowellen Frequenzbereich jedoch erst ab 3000 MHz (3 GHz) bis 300 GHz. Jedenfalls umfasst das Mikrowellenspektrum Teile des Dezimeterwellenbereiches sowie den Zentimeter- und Millimeterwellenbereich.

Eine paar einleitende Hinweise zum Thema Amateurfunk auf den Mikrowellenbändern findet Ihr in der Einleitung Mikrowelle.

Hier findet Ihr den in Österreich gültigen Amateurfunk UKW Bandplan (50 MHz - 3 THz).

Das Bild zeigt einen Funkamateur mit Seiner 3cm (10 GHz) Portabel Station im Einsatz während eines Fielddays (ca.1987)




## Seiten in der Kategorie „Mikrowelle“

Folgende 28 Seiten sind in dieser Kategorie, von 28 insgesamt.

### 1

- 10GHz Bakenprojekt

### 2

- 23cm-Band/1300MHz

### A

- Antenne

- Antennenkabel

## B

- Bake OK0EB
- Baken in Ungarn
- Bandwacht
- Breitenstein Bake OE5XBM

## D

- Das Reflexklystron
- Die Entwicklung der Mikrowelle im Amateurfunk
- Die Geschichte der Elektromagnetischen Wellen

## E

- Einleitung Mikrowelle
- El Cuatro

## G

- Galerie
- GUNN-Plexer

## L

- Leser Forum
- Links

## M

- Mikrowellen - Erstverbindungen
- Mikrowellen DX Rekorde
- Modulationsarten

## N

- Newcomer

## Q

- Q65
- QO-100
- QTH-Locator

## R

- Rechner - Mini dB

## S

- Sonnblick Bake OE2XRO

## T

- Transverter Technik im Wandel der Zeit

## W

- Was sind Mikrowellen?

# 10GHz Bakenprojekt

Das 10 GHz Bakenprojekt wurde von Michael, OE1MCU ins Leben gerufen umd die Aktivitäten auf den Mikrowellenbändern zu fördern. Geplant war, in jedem Bundesland eine 10 GHz Bake zu installieren. Bis dato ( 2014 ) beteiligten sich folgende Landesverbände an dieser Aktion:

| | | |
|---|---|---|
| Kärnten | OE8XGQ | Gerlitze |
| | OE8XXQ | Dobratsch |
| Oberösterreich | OE5XBM | Breitenstein |
| Wien | OE1XGA | Kahlenberg |
| Salzburg | OE2XRO | Sonnblick (außer Betrieb) |
| Niederösterreich | OE3XAC | Kaiserkogel |
| Burgenland | | |

Steiermark

Tirol

Vorarlberg

An den Standorten befinden sich in der Zwischenzeit noch weitere Frequenzbaken für den Amateurfunk, eine detaillierte Aufstellung mit Frequenzangaben und technischen Parametern findet sich auf der ÖVSV Internetseite unter > Funkbetrieb > Bakenliste

Die 3cm Frequenzbaken wurden in der Erstversion durch Rudi, OE5VRL hergestellt und mit einem 10GHz Hohlleiter-Schlitzstrahler mit je 10 Schlitzen auf der Vorder-und Rückseite des Hohlleiters ausgestattet. Die Antenne selbst befindet sich in einem PVC Rohr (Radom). Als Bauteil Komponenten wurden Funktionseinheiten von M. Kuhne, DB6NT verwendet.

Das Bild zeigt die ehemalige 3cm Bake OE1XVB ( ersetzt durch OE1XGA am Kahlenberg ) am Schlot des ( ehemaligen ) Kalorischen Kraftwerks in Wien-Simmering.

# 23cm-Band/1300MHz

## Inhaltsverzeichnis

1 23cm-Band/1300MHz ..... 9
2 Die Ausbreitung der Mikrowellen ..... 9
3 23cm/1300MHz Relais in Österreich ..... 12
3.1 Frequenzliste ..... 13

## 23cm-Band/1300MHz

Frequenzen über 1 GHz werden üblicherweise als Mikrowellen bezeichnet. Unser 23cm Band ist, obwohl noch im UHF-Bereich, also unser unterstes Mikrowellenband. Es ist zugleich das beliebteste unter den Mikrowellenbändern. darauf folgt übrigens das 3cm Band (10 GHz) in der Beliebtheitsskala. 13cm und 6cm sind weniger gefragt. 9cm ist nicht in allen Ländern zugelassen. Die Ausbreitungseigenschaften der Mikrowellen sind auf den ersten Blick zuerst einmal ähnlich wie im 2m und im 70 cm Band. Die Ausbreitung erfolgt analog den optischen Gesetzen mit Reflexion, Beugung und Brechung.

## Die Ausbreitung der Mikrowellen

© OM Anton, OM HB9ASB

Allgemein herrscht aber die Auffassung, dass die Ausbreitungsbedingungen mit steigender Frequenz schwieriger werden. Stimmt das? Und wenn, wieso ist das so?

Betrachtet man die Freiraumausbreitung (im Vakuum des Weltalls), so stellt man fest, dass die Streckendämpfung mit jeder Verdoppelung der Frequenz um 6 dB zunimmt, gleicher Antennengewinn vorausgesetzt. Grob gerechnet ist die Streckendämpfung im 13cm Band also 6 dB höher als im 23cm Band, und auf 6cm ist sie noch einmal 6dB grösser. Das hat nichts damit zu tun, dass irgend ein geheimnisvoller Geist die Wellen auffrisst oder auf mystische Art Energie im Vakuum vernichtet wird. Ob 23cm oder 6cm Wellen: im Vakuum geht nichts davon verloren. Die Energie wird lediglich durch die Ausbreitung “verdünnt”.

**23cm Bandplan** Änderungen seit SA Konferenz in **blau** dargestellt Stand: 06.02.2012

| Band | Frequenzbereich (MHz) | Bandbreite (Hz) | Betriebsart | Anmerkung | | Leistungsstufe | Status |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 cm | 1240,000 - 1243,250 | 20,000 | Alle Betriebsarten | Digitalbetrieb | 1240,000-1241,000 MHz | A B | S |
| | | | | Relais-Ausgabe +28MHz Ablage | 1242,025-1242,250 MHz | | |
| | | | | Relais-Ausgabe +28MHz Ablage | 1242,275-1242,700 MHz | | |
| | | | | Packet Radio Duplex +28/+56MHz Ablage | 1242,725-1243,250 MHz | | |
| | 1243,250 - 1260,000 | 1) 2) 5) | ATV, Digital-ATV | Relais-Ausgabe +35MHz Ablage | 1258,150-1259,350 MHz | | |
| | 1260,000 - 1270,.000 | | Satelliten | Satelliten-Betrieb (Erde-Weltraum) | | | |
| | 1270,000 - 1272,000 | 20.000 | Alle Betriebsarten | Relais-Eingabe -28/+28MHz Ablage | 1270,025-1270,700 MHz | | |
| | | | | Packet Radio Duplex -28MHz Ablage | 1270,725-1271,250 MHz | | |
| | 1272,000 - 1290,994 | 1) 2) | ATV, Digital-ATV | In OE empfohlener Bereich für ATV | | | |
| | 1290,994 - 1291,481 | 20,000 | FM-Relais | FM-Relais-Eingabe +6MHz Ablage | 1291,000 MHz | | |
| | | | | FM-Relais-Eingabe +6MHz Ablage | 1291,475 MHz | | |
| | 1291,494 - 1296,000 | | Alle Betriebsarten | Relais-Eingabe -35MHz Ablage | 1293,150-1294,350 MHz | | |
| | 1296,000 - 1296,150 | 500 | CW, Digital | Moonbounce | 1296,000-1296,025 MHz | | |
| | | | | PSK31 Aktivitätszentrum | 1296,138 MHz | | |
| | 1296,150 - 1296,800 | 2.700 | CW, SSB, Digital | Schmalbandbetrieb Aktivitätszentrum | 1296,200 MHz | | |
| | | | | FSK441 MS-Anruffrequenz | 1296,370 MHz | gelöscht | |
| | | | | Linear Transponder Eingabe | 1296,400-1296,600 MHz | | |
| | | | | SSTV | 1296,500 MHz | | |
| | | | | RTTY | 1296,600 MHz | | |
| | | | | FAX | 1296,700 MHz | | |
| | | | | Linear Transponder Ausgabe | 1296,600-1296,800 MHz | | |
| | 1296,800 - 1296,994 | 500 | CW, Digital | Baken exklusiv, kein Funkverkehr | | | |
| | 1296,994 - 1297,481 | 20,000 | FM-Relais | FM-Relais-Ausgabe -6MHz Ablage | 1297,000 MHz | | |
| | | | | FM-Relais-Ausgabe -6MHz Ablage | 1297,475 MHz | | |
| | 1297,494 - 1297,981 | | FM Simplex DV 3) | FM-Aktivitätszentrum | 1297,500 MHz | | |
| | | | | Digitalvoice Simplex Aktivitätszentrum | 1297.725 MHz | | |
| | 1297.900 - 1297.975 | | FM 4) | 4 Simplex FM Internet vioce gateways | | | |
| | | | | 25 kHz Ablage Kanal SM20-SM39 | 1297,500-1297,975 MHz | | |
| | 1298,000 – 1299,000 | 20.000 | Alle Betriebsarten analog oder digital | Relais-Ausgabe -28MHz Ablage | 1298,025-1298,975 MHz | | |
| | 1.299,000 – 1.299,750 | 150.000 | Alle Betriebsarten | High Speed Digital Daten (5x 150kHz Kanäle) | | | |
| | 1.299,750 – 1.300,000 | 20.000 | Alle Betriebsarten | 8x 25 kHz Kanäle für FM/DV | | | |

1) AM-Fernsehaussendung maximal 9MHz
2) FM-Fernsehaussendung maximal 20MHz bei -40dBc bezogen auf den unmodulierten Träger
3) Bereich nur für Simplex Anwendungen, keine DV Gateways erlaubt.
4) 4 Kanäle auf 1297,900, 1297,925, 1297,950 & 1297,975 MHz
5) Das österreichische Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen verwendet diesen Bereich zum Empfang des russischen GLONASS Navigationssystems, daher, soll der Bereich von 1272.000 bis 1290.994 für ATV verwendet werden.

Doch für die Berechnung der Freiraumausbreitung muss immer auch die Antenne berücksichtigt werden. Und da die Antennen mit zunehmender Frequenz immer kleiner werden, können sie als Empfangsantenne auch weniger Energie einsammeln. Beispiel: ein Dipol für 10 GHz ist nur halb so gross wie für 5 GHz, er deckt deshalb nur ein Viertel der Fläche ab, kann also nur ein Viertel der Energie einsammeln (-6dB). Doch diese grössere Streckendämpfung kann leicht mit mehr Antennengewinn kompensiert werden. Wenn ich das nur beim Empfänger mache bedeutet das 6dB mehr, wenn ich aber auch die Sendeantenne berücksichtige, komme ich mit je 3dB aus, um die höhere Streckendämpfung bei Frequenzverdoppelung zu kompensieren. Soweit, so gut. Doch ein Nachteil hat das natürlich. Je höher der Antennengewinn ist, desto schärfer wird die Richtwirkung. Bei den kommerziellen Diensten spielt das in der Regel keine Rolle (Richtstrahlverbindung) oder ist sogar erwünscht (Radar, Satelliten). Doch für uns Funkamateure hat es Konsequenzen. Bei starker Bündelung kommen Verbindungen nur noch per Abmachung zustande. CQ-Rufen bringt nichts mehr.

Überhaupt haben die Profis ganz andere Anforderungen an ihre Funkverbindungen als wir Amateure. bei Profis zählt vor allem die Zuverlässigkeit. Eine Funkverbindung sollte möglichst störungsfrei 100% der Zeit funktionieren. Überreichweiten und Ausbreitungskapriolen sind unerwünscht.

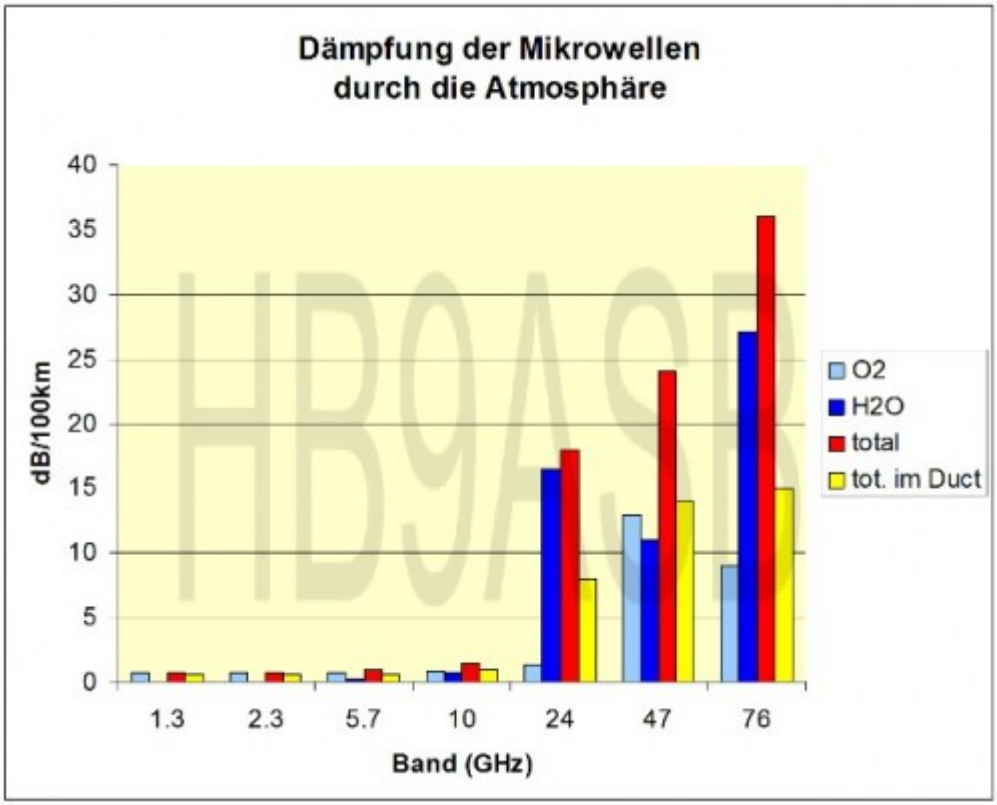
Gerade das Gegenteil ist bei uns Funkamateuren gefragt. Wir lieben die Launen der Wellenausbreitung und freuen uns auf Verbindungen, auf die man sich nicht verlassen kann Im Mikrowellengebiet sind das vor allem Überreichweiten durch sogenannten Ducts: Wellenleiter in der Atmosphäre, gebildet durch Inversionsschichten. Mithilfe dieser Ducts können wir auf VHF /UHF und SHF Distanzen überbrücken, die sonst unmöglich wären.

Dummerweise kommen Ducts nicht überall auf der Erde gleich häufig vor. Während sie hier in Zentraleuropa recht selten sind, gehören sie in anderen Weltgegenden zur Tagesordnung. Sehr zum Leidwesen der Profis mit ihren Richtstrahlverbindungen und Radars. Warme Gewässer mit wenig Wind sind ideale Voraussetzungen.

Aber auch ohne Ducts ist die Ausbreitung auf der Erde alles andere als eine Freiraumausbreitung. Im Gegensatz zum Weltall haben wir es nicht nur mit der Topografie zu tun, sondern auch mit unserer Atmosphäre. Vor allem Sauerstoff und Wasserdampf absorbieren unsere Mikrowellen. Wie sich diese zusätzliche Dämpfung auswirkt, ist hier zu sehen. Man sieht sehr schön, dass es verschiedene Maxima gibt. Ein sehr ausgeprägtes existiert bei 60 GHz. In diesem Bereich muss mit einer atmosphärischen Zusatzdämpfung von bis zu 16 dB pro km gerechnet werden. Dort sind Funkverbingungen nur über einige wenige km möglich. Ein ideales Band für abhörsichere kurze Strecken, ein Albtraum für Funkamateure.

Wie sich die atmosphärische Dämpfung auf die Ausbreitung in unseren Bändern auswirkt, ist im Bild oben zu sehen. Hellblau ist die Dämpfung durch den Sauerstoff dargestellt, dunkelblau die durch den Wasserdampf. Rot ist die Kombination von beiden. Wie man sieht, spielt die Adsorption durch die Atmosphäre bis zum 10 GHz Band keine grosse Rolle. Doch danach wird es kritisch. Bereits im 24 GHz Band ist sie für DX Verbindungen entscheidend. Vor allem die Dämpfung durch die Luftfeuchtigkeit (dunkelblau), während die Adsorption durch den Sauerstoff noch nicht so eine grosse Rolle spielt.

Trockene Luft findet man auf hohen Bergen und da dort auch grosse Sichtdistanzen möglich sind, scheinen sie ideale Standorte für DX zu sein. Doch leider gibt es auf den einsamen Gipfeln ein anderes Problem: in so grosser Höhe sind Ducts selten. Glücklicherweise herrschen in Ducts aber normalerweise bessere Bedingungen (trockenere Luft), und die Dämpfung ist geringer (siehe gelbe Säulen im Bild)




## 23cm/1300MHz Relais in Österreich

*RELAISFUNKSTELLEN IN ÖSTERREICH* Stand: 01.05.2012

*ÖVSV-UKW Referat* *ukw@oevsv.at*

**23cm Relais**

| KAN. | CALL | STANDORT | LOCATOR | H-NN | VERANTW. | REM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R 34 | OE7XBI | RANGGERKÖPFL | JN57OF | 1939 | OE7WSH | |
| RS02 | OE3XIA | EXELBERG | JN88CF | 577 | OE1AOA | |
| RS02 | OE6XDF | DOBL | JN76QW | 350 | OE6THH | 4)17) |
| RS04 | OE1XGW | WIEN-SIMMERING | JN88EF | 360 | OE1WRS | 3) |
| RS04 | OE8XFK | VILLACH DOBRATSCH | JN66UO | 2166 | OE8PTK | 5) 14) |
| RS06 | OE1XIW | WIEN-AKH | JN88EF | 306 | OE1AOA | 1) |
| RS08 | OE6XDD | SCHÖCKL | JN77RE | 1445 | OE6DJG | |
| RS08 | OE8X... | MAGDALENSBERG | JN76FR | 1066 | OE8HJK | 3) |
| RS08 | OE3X... | KREMS - SANDL | JN78RL | 710 | OE3WLS | 3) |
| RS10 | OE1XFU | WIEN - SATZBERG | JN88DF | 380 | OE1FFS | 3) |
| RS20 | OE3XPC | HINTERALM | JN77TX | 1313 | OE3CJB | |
| RS23 | OE9X... | BREGENZ PFÄNDER | JN47VM | 1020 | OE9HLH | 3) |
| RS24 | OE3XWW -A | MÖNICHKIRCHEN | JN87AM | 1002 | OE3RPU | 19) |
| RS26 | OE1XDS -A | WIEN-AKH | JN88EF | 306 | OE1AOA | 19) |

siehe http://www.oevsv.at/export/oevsv/download/relais_neu.pdf (PDF-Dokument)

## Frequenzliste

| Relaiskanal | Ausgabefrequenz | Eingabefrequenz |
|---|---|---|
| RS01 | 1298.025 | 1270.025 |
| RS02 | 1298.050 | 1270.050 |
| RS03 | 1298.075 | 1270.075 |
| RS04 | 1298.100 | 1270.100 |
| RS10 | 1298.250 | 1270.250 |
| RS26 | 1298.650 | 1270.650 |
| R26 | 1258.600 | 1293.600 |
| R34 | 1259.200 | 1294.200 |

# Antenne

Die Antenne ist sicher eine der wichtigsten Komponenten einer Funkstation überhaupt. Viele Antennentypen sind auch lohnende Selbstbauprojekte sowohl für Einsteiger als auch für Fortgeschrittene.

## Inhaltsverzeichnis

1 Definition ..... 15
2 Grundlegende Eigenschaften ..... 15
3 Antennentypen ..... 15
4 Antennen für portablen Betrieb ..... 15

## Definition

Die Sendeantenne wandelt die leitungsgebundene elektromagnetische Welle um in eine Freiraumwelle. Der Großteil der Sendeleistung, die in Form einer leitungsgebundenen elektromagnetischen Welle (über das Antennenkabel) an die Sendeantenne übergeben wird, wird in Form einer Freiraumwelle abgestrahlt.

Umgekehrt wandelt die Empfangsantenne einen Teil der transportierten Leistung der ankommenden elektromagnetischen Freiraumwelle in eine leitungsgebundene Welle um, die über eine Zuleitung (das Antennenkabel) an den Empfänger weitergeleitet wird.

## Grundlegende Eigenschaften

Siehe Antennenkompendium.

## Antennentypen

Siehe Antennen.

## Antennen für portablen Betrieb

siehe Sammlung portabler Antennen für SOTA POTA usw.

# Antennenkabel

### Antennenkabel und -Dämpfung

Bei der Auswahl der Zuleitung zur Speisung der Antenne ist auf die mit steigender Frequenz ansteigende Kabeldämpfung zu achten. Je länger die Zuleitung zur Antenne ist und je höher die verwendeten Frequenzen, um so wichtiger wird die Auswahl eines geeigneten Leitungstyps. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen symmetrischen und asymmetrischen Leitungen. Zu den asymmetrischen Leitungen zählt die Koaxialleitung (kurz: Koax, Koaxkabel). Zu den symmetrischen Leitungen zählt die Zweidrahtleitung (oft auch Hühnerleiter genannt).

Insbesondere im Betrieb auf den SHF-Bändern, z.B. ATV auf 23cm und 13cm, ist zur Vermeidung großer Dämpfungsverluste ein Antennenkabel höchster Güte einzusetzen.

Bei zu langen Strecken zwischen dem Shack und der Antennenanlage sollten auch Varianten mit RX-Antennenverstärker und alternative TX-Installationen, wie z.B. eine dislozierte Montage der Sendebaugruppe direkt am Antennenmast in Betracht ziehen. Der Sender sollte auf den hochfrequenten Bändern nicht gerade „unten“ im Shack sitzen und noch mit 20 m Koaxkabel abgetrennt von der Antenne sein. Die hohen Dämpfungswerte der Koaxialkabel auf den GHz-Frequenzen verhindern, dass noch ausreichend HF-Leistung am Ende eines langen Kabels ankommt.

Hier hilft das niederfrequente Basisband (siehe ATV-Fachbegriffe). Die Basisbandaufbereitung kann auch unten im Shack sitzen und das bei etwa 5 MHz liegende Signal kann über ein fast beliebig langes 75 Ohm - Kabel zum Dachboden bzw. dem Antennenmasten geführt werden, wo der eigentliche ATV-Sender sitzt.

### Kabeldämpfung bei 100m Leitungslänge

| Bezeichnung | Durchmesser | Biegeradius | 145 MHz | 432 MHz | 1,3 GHz | 2,4 GHz | 5,0 GHz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RG58C/U | 4,95 mm | 25 mm | 17,8 dB | 33,2 dB | 64,5 dB | 100 dB | |
| RG213/U | 10,30 mm | 50 mm | 8,5 dB | 15,8 dB | 30,0 dB | 47 dB | |
| Aircell 5 | 5,00 mm | 30 mm | 11,9 dB | 20,9 dB | 39,0 dB | 49,87 dB | 81,25 dB |
| Aircell 7 | 7,30 mm | 25 mm | 7,9 dB | 14,1 dB | 26,1 dB | 38 dB | |
| Aircom Plus | 10,30 mm | 55 mm | 4,5 dB | 8,2 dB | 15,2 dB | 21,5 dB | |
| Ecoflex 10 | 10,20 mm | 44 mm | 4,8 dB | 8,9 dB | 16,5 dB | 23,1 dB | 35,1 dB |
| Ecoflex 15 | 14,60 mm | 150 mm | 3,4 dB | 6,1 dB | 11,4 dB | 16,0 dB | 25,7 dB |
| H1000 | 10,30 mm | 75 mm | 5,1 dB | 9,1 dB | 18,3 dB | 26,6 dB | |
| H2000 FLEX | 10,30 mm | 50 mm | 4,8 dB | 8,5 dB | 15,7 dB | 21,6 dB | |

Für höhere Frequenzen als 3 GHz werden meist SemiRigid-Kabel verwendet

--oe3rbs 10:46, 20. Mär. 2010 (UTC)

# Bake OK0EB

QTH: Kleť

Locator: JN78DU 1084m asl

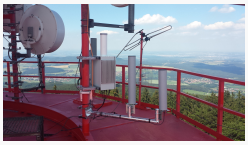
- 1296.970 MHz 10W
- 2320.970 MHz 10W
- 3400.970 MHz 10W
- 5760.970 MHz 5W
- 10368.970 MHz 2W

Omnidirectional antennas are installed on the mast with moderate advantage to north-east direction.

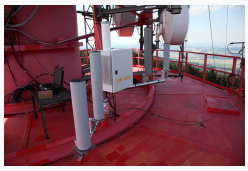
Please signal reports to Petr OK2ULG to his e-mail ok2ulq at seznam.cz

**Bilder OK0EB**

Mast

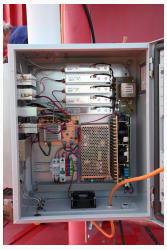


am Mast



am Mast

Innenansicht



Innansicht Detail

# Baken in Ungarn

Eine detaillierte Aufstellung der Baken in Ungarn ist verlinkt von der MRASZ Internetseite (mit Frequenzangaben, Standorten und technischen Parametern). (Letzter Aufruf: 29. Sep. 2019).

Siehe auch: Relaisfunkstellen in Ungarn

# Bandwacht

Letzte Änderungen am 08.10.2023

## Inhaltsverzeichnis

1 Wer, Wie, Was? ..... 21
2 Wieso, Weshalb, Warum? ..... 21
3 Radio Monitoring - Meldestellen in anderen Ländern ..... 22
4 Meldungen an die ÖVSV Bandwacht ..... 22
4.1 Formlos melden per eMail ..... 23
4.2 Meldung mit Online Formular ..... 23
5 Und danach? ..... 23
5.1 Meldung an die zuständigen Behörden ..... 24
6 Besondere Herausforderungen und Schwierigkeiten ..... 24
7 Bandwächter_innen gesucht ..... 24

## Wer, Wie, Was?

Das Bandwacht Referat des Österreichischen Versuchssenderverbands (ÖVSV) nimmt Meldungen über sog. Eindringlinge (engl.: "intruder") entgegen. Eindringlinge sind Funkstellen, die unberechtigt Frequenzen belegen, die dem Amateurfunk zugewiesen sind. **Die österreichische Frequenznutzungsverordnung (FNV) definiert Frequenzzuweisungen auf "primärer" (P) oder "sekundärer" (S) Basis (siehe FNV Anlage 4 "Amateurfunkfrequenzbereiche").** In Frequenzbändern, die dem Amateurfunk primär zugewiesen sind, sind Meldungen über Eindringlinge äußerst wichtig, um den "P"-Status langfristig zu erhalten. Den Zuweisungsstatus eines Amateurfunkbandes in Österreich, Deutschland und der Schweiz kann man beispielsweise im Detail hier nachlesen.

Die ÖVSV Bandwacht (engl.: Radio Monitoring) ist der österreichische Partner des "International Amateur Radio Union Monitoring System" (IARU MS) gemäß der IARU Resolution 12-1 "Concerning revised terms of reference for the IARU Monitoring System". Ausgehend von den erhaltenen Meldungen über Eindringlinge, werden diese Funkstellen charakterisiert (Standort, Nationalität, Art der Aussendung) und die Meldungen in einer internationalen Datenbank zur Dokumentation und Archivierung abgelegt: IARU Monitoring System Database.

Monatliche Newsletter zu aktuellen Eindringlingen und Statistiken dazu werden vom IARU Region 1 Coordinator Gaspar Miró, EA6AMM, herausgegeben.

Bis 2023 definierte die Anlage 2 der Amateurfunkverordnung die Frequenzbänder und deren Zuweisungsstatus für Österreich auf der Grundlage der Vollzugsordnung Funk (Radio Regulations ). Seit der Novellierung 2023 finden sich die Amateurfunkfrequenzbereiche in der **österreichischen Frequenznutzungsverordnung (FNV), siehe FNV Anlage 4 "Amateurfunkfrequenzbereiche".**

Die ÖVSV Bandwacht interessiert sich für Aussendungen von Funkstellen, die nicht dem Amateurfunk zuzuordnen sind, in Amateurfunkbändern, die die Bestimmungen der Vollzugsordnung Funk verletzen.

Weder die ÖVSV Bandwacht, noch die entsprechenden Meldestellen in anderen Ländern, noch das IARU Monitoring System beteiligt sich an der Überwachung oder Meldung von Störungen in Amateurbändern, die von Sendern verursacht werden, die als Amateurfunkstationen identifiziert wurden.

## Wieso, Weshalb, Warum?

Ziele des IARU MS sind die Beobachtung, Identifizierung, Charakterisierung und Dokumentation von Eindringlingen. Wir können von der Fernmeldebehörde nur erwarten aktiv zu werden, wenn Eindringlinge hinreichend genau dokumentiert sind. Das heißt, die Bandwacht liefert die Daten, die erforderlich sind für die Einleitung von Schritten, die zur Entfernung von nicht dem Amateurfunk zugehörigen Signalen aus Amateurfunkbändern führen.

Typische Eindringlinge sind illegale kommerzielle Verwendungen der Amateurfunkbänder, darunter

- Fischerei (z.B. Bakensender auf Bojen zur Lokalisierung von Fischereinetzen),
- Flottenmanagement bei Taxi-Unternehmen (z.B. auf 10m und 6m Band),
- Sprechfunk durch Stationen, die nicht dem Amateurfunk zuzuordnen sind und dem CB-Funk oder Betriebsfunk ähneln. Oft im Zusammenhang mit Sportveranstaltungen, aber nicht nur.
- Rundfunk (z.B. auf 40m in Amplitudenmodulation, oft an einer Bandgrenze), sowie dessen Oberwellen

sowie militärische Nutzung in Form von

- Radar auf Kurzwelle und
- viele digitale Übertragungsverfahren. (sigidwiki.com Signal-Datenbank)

Während der Jahre mit geringer Sonnenaktivität (z.B. 2019) werden die "kürzeren" HF Bänder (15m, 12m, 10m) leichte Beute für Funkpiraten, die diese Amateurfunkbänder unbewilligt für Sprechfunk nutzen. Die illegale Nutzung fällt höchstens regional auf, weil keine interkontinentale Ausbreitung stattfindet.

Wenn die Sonnenaktivität nach dem Sonnenfleckenminimum wieder zunimmt (z.B. 2021) und interkontinentale Ausbreitung öfter auftritt wird, dann wird das zum globalen Problem.

Gelegentlich werden die Aussendungen auf den Amateurfunkbändern auch missbraucht für politische Propaganda (engl.: "radio war"): auch das sind Eindinglinge aus Sicht der Bandwacht. Wenn möglich wird eine fernmeldebehördliche Verfolgung gefordert, die zur dauerhaften Entfernung der unberechtigten Aussendungen führen.

## Radio Monitoring - Meldestellen in anderen Ländern

Viele Amateurfunkverbände betreiben ähnliche Meldestellen (engl.: radio monitoring, intruder watch, intruder monitoring), beispielsweise

- DARC Bandwacht , Intruder Monitoring System des DARC e.V., Deutschland
- USKA Bandwacht , Schweiz
- RSGB Monitoring System, Intruder Watch, Großbritannien
- VERON IARU Monitoring System, Niederlande
- ARRL/IARU Intruder Monitoring System, USA
- IARUMS URE, Spanien
- REF Service juridique - Intruders, Frankreich

Eine Liste von Ansprechpersonen für Bandwachtfragen in anderen Ländern findet sich auf den Webseiten des IARU Region 1 Monitoring Systems.

## Meldungen an die ÖVSV Bandwacht

Der ÖVSV lädt alle Funkamateure und SWLs in der IARU-Region 1 ein, Meldungen zu machen und zu bearbeiten. Freiwillige des IARU Monitor Systems beobachten die Belegung und Verwendung der Amateurfunkbänder und melden Eindringlinge.

Ansprechpartner der ÖVSV Bandwacht ist der derzeitige Leiter: Christoph Mecklenbräuker, OE1VMC. E-Mail: mailto:bandwacht@oevsv.at (bandwacht@oevsv.at)

## Formlos melden per eMail

Meldungen an die ÖVSV Bandwacht können per eMail abgegeben werden.

mailto:bandwacht@oevsv.at (bandwacht@oevsv.at)

Es wird kein gefordertes Format für eine Meldung festgelegt. Jeder gibt so viele Informationen und Details, wie sie oder er kann. Eine Meldung enthält idealerweise folgende Angaben über die Beobachtung:

1. Datum und Zeit in UTC,
2. Frequenz (bitte mit Einheit: kHz, MHz oder GHz),
3. Betriebsart (Mode),
4. Rufzeichen des Eindringlings (soweit bekannt),
5. Land (falls bekannt) und
6. Bemerkungen, z.B. weitere Angaben über den Inhalt der Aussendungen, die Sprache, usw. Je detaillierter eine Meldung ist, desto höher ist die Chance, dass der Eindringling identifiziert werden kann. Hilfreich sind folgende Detailangaben, die auch ohne eigene Geräte /Instrumente/Antennen mit Hilfe von Online-Tools erfasst werden können:
   - Screenshots oder Videos von Wasserfall-Diagrammen in gängigen Formaten, zum Beispiel von einem SDR Empfänger: WebSDR, KiwiSDR, Perseus SDR. Siehe hierzu auch SDR-Buffer
   - Audio-Mitschnitte (von einem SDR Empfänger oder z.B. mittels der Audioaufnahme eines Mobiltelefons aufgenommen)
   - Peilwinkel, wenn man eine drehbare Antenne mit Direktivität zur Hand hat.
   - Ortungen mit Hilfe von vernetzten synchronen SDR-Empfängern (z.B. die TDoA-Funktion des KiwiSDR).

Auch wenn Du diese Informationen nicht zur Verfügung stellen kannst, kannst Du Dich mit einer minimalen Meldung an die Bandwacht wenden: Datum und Uhrzeit in UTC, Frequenz und eine kurze Erläuterung reichen dafür aus. Die Mitarbeiter der Bandwacht freuen sich über jede Beteiligung und danken den aktiven Funkamateuren für Ihre Unterstützung.

## Meldung mit Online Formular

Oder einfacher: Meldungen an die ÖVSV Bandwacht können auch über ein online Formular abgegeben werden.

# Und danach?

Zunächst versucht die ÖVSV Bandwacht die Aussendungen des Eindringlings anhand der Meldung nach der Modulationsart zu klassifizieren. [Modulationsarten] eines Funksignals werden nach einer Vorlage der Internationalen Fernmeldeunion (ITU) klassifiziert. Zur möglichst genauen Charakterisierung des Eindringlings versucht die Bandwacht die Modulationsparameter zu ermitteln, z.B.

- Bei Amplitudenmodulation: die belegte Bandbreite und den Modulationsindex.

- Bei Frequenzmodulation: den Hub.
- Bei einem Funkfernschreiben (RTTY) beispielsweise die Baudrate und die Lage von Mark und Space.
- Auch Überhorizontradare haben sehr spezifische Parameter, die sich sogar einzelnen bekannten Sendestellen zuordnen lassen: Pulsrate und belegte Bandbreite.

Stehen nicht ausreichend Modulationsparametern zur Charakterisierung zur Verfügung, so wird die Meldung im IARU Monitoring Netz weitergereicht. Dann versuchen weitere Bandwachten den Empfang zu bestätigen.

### Meldung an die zuständigen Behörden

Einige Berichte über Eindringlinge werden an die österreichische Fernmeldebehörde weitergegeben. Gegen österreichische Eindringlinge kann die Fernmeldebehörde selbst rechtlich vorgehen und einschreiten. Handelt es sich um einen Eindringling aus einem anderen Land, beraten sich die Bandwachten in IARU Region 1 über die weitere Vorgehensweise. Die ÖVSV Bandwacht kann eine solche Meldung ebenfalls an die österreichische Fernmeldebehörde weiterleiten. Diese nimmt ihrerseits Kontakt mit der entsprechenden ausländischen Fernmeldebehörde auf.

Eine Meldung an die Bandwacht wird also in jedem Fall bearbeitet. Der Einreicher einer Meldung erhält im Regelfall Auskunft über das weitere Vorgehen.

## Besondere Herausforderungen und Schwierigkeiten

Die ÖVSV Bandwacht ist keine "Frequenzpolizei". Sie kann Eindringlinge nur dokumentieren, aber keine vertreiben.

Die Zuweisungen der Amateurfunkbänder unterscheiden sich von ITU-Region zu ITU-Region und sogar innerhalb der Regionen von Land zu Land.

Die österreichische Behörde ist selbstverständlich nicht befugt, Eindringlinge außerhalb Österreichs dazu zu bringen, die Belegung der Amateurfunkfrequenzen einzustellen. Solche Situationen werden üblicherweise kooperativ unter den nationalen Fernmeldebehörden behandelt. Gleiches gilt sinngemäß für alle anderen nationalen Fernmeldebehörden.

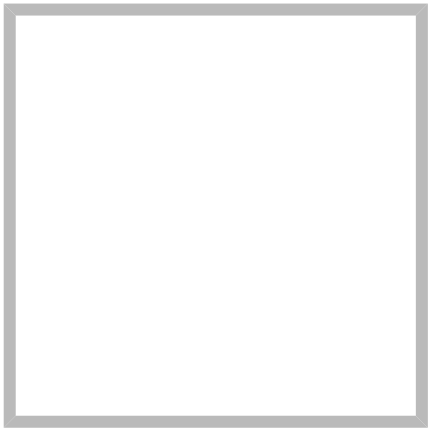
## Bandwächter_innen gesucht

Der ÖVSV sucht aktuell YLs, OMs und SWLs für ehrenamtliche Team-Mitglieder in der Bandwacht. Ob Monitoring oder Klassifizierung: Beide Aufgaben sind wichtig zum Schutz der Amateurfunkbänder. Den Aufwand, den man in diese Tätigkeit steckt, bestimmt man selbst.

Als Team-Mitglied des ÖVSV Bandwacht Referats erhält man über eine Mailingliste Zugang zu den aktuellen Meldungen. Ein Team-Mitglied, das gerade Gelegenheit hat, nimmt sich einer solchen Meldung an und versucht den Empfang nachzuvollziehen und eventuell zu klassifizieren und zu identifizieren. Helfen kann man mit der eigenen Ausrüstung oder man nutzt über das Internet zugängliche Web-SDRs, s.o. im Abschnitt "Meldungen an die Bandwacht".

Wenn Du interessiert bist, dann schreibe bitte an mailto:bandwacht@oevsv.at (bandwacht@oevsv.at)

# Christoph, OE1VMC



| | |
|---|---|
| Anrede | Herr |
| Name | Christoph, OE1VMC |

Christoph ("Chris") Mecklenbräuker, geb: 1967, lizensiert: 2014, QTH Locator: JN88de30, Interesse an WSJT-X, SDR, CW, SSB auf HF/VHF/UHF/SHF. Ich leite das ÖVSV Referat "Bandwacht" seit August 2020, weitere Infos über OE1VMC und OE1VMC/P auf QRZ.com. Präsident des Radio-Amateur-Klub der TU Wien mit dem Rufzeichen OE1XTU.

## Christoph, OE1VMC

| | |
|---|---|
| Anrede | Herr |
| Name | Christoph, OE1VMC |

### JT4

### FSK441

### FST4

### MSK144

### QRA64

### WSPR

### JT9

### JT65

### FT4

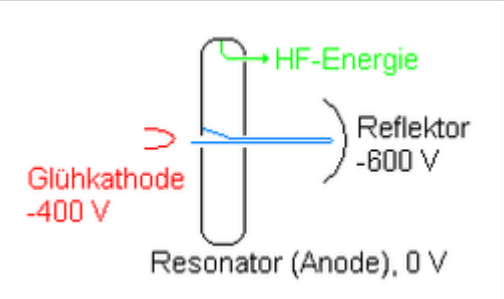
# Breitenstein Bake OE5XBM

- Locator: JN78DJ (am Breitenstein bei Kirchschlag, am Breitenstein JN78DK, 850m ASL)
- 3 cm 86 db über dem Rauschen mit 3m Spiegel NF < 1,2 db
- 24 GHz 92 db über dem Rauschen mit 3m Spiegel NF < 2 db
- 47 GHz 71 db über dem Rauschen mit 3m Spiegel Eigenbau DB6NT Mischer ohne VV
- 76 GHz 55 db über dem Rauschen mit 47 cm Spiegel Eigenbau DB6NT Mischer ohne VV

10 GHz; 24 GHz; 47 GHz; 76 GHz Bake OE5XBM

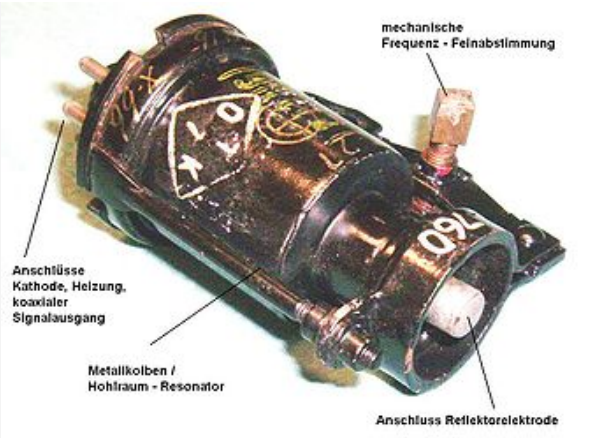
# Das Reflexklystron

- **„ Das Reflexklystron “, die erste Gerätegeneration für 10GHz (3cm Band)**



Prinzipaufbau des Klystrons

Aus den



Klystron

Anfängen und der Frühzeit der Amateurfunk
Mikrowellentechnik finden wir heute nur mehr wenige Applikationen und Berichte aus dem Angloamerikanischen Raum. Als Frequenzbestimmendes Element diente ein auf der passenden Frequenz abgestimmter Hohlraumresonator. Bevorzugt verwendet wurde das Reflexklystron vom Typ 723A/B, dass ursprünglich für den Frequenzbereich von 9,5GHz entwickelt und von den Funkamateuren für den Betrieb im 3cm Amateurfunkband für einen Frequenzbereich von 10,0 bis 10,5GHz modifiziert wurde. Die erzielbare HF Ausgangsleistung lag im Bereich von bis zu 100mW.

Das Klystron wurde 1937 an der Stanford University in Kalifornien von den Brüdern Varian und W. Webster entwickelt. Das Reflexklystron ist eine Laufzeitröhre, Elektronen die von einer Glühkathode ausgesendet und von der Anode beschleunigt werden, durchlaufen die Resonatorkammer und erzeugen ein elektro-magnetisches Feld. Nach einer gewissen Laufzeit werden sie vom negativen elektrischen Potential des Reflektors zur Umkehr gezwungen und durchlaufen den Hohlraumresonator in umgekehrter Richtung. Es entsteht eine Oszillatorschwingung und ein Teil der so gewonnenen Energie wird ausgekoppelt. Der Wirkungsgrad eines Reflexklystrons ist gering.

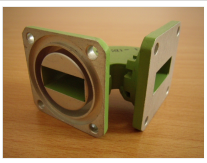
Das Reflexklystron benötigt verschiedene Betriebsspannungen, z.B. eine Anodenspannung von +300VDC, eine Reflektorspannung von -200VDC und eine Gleichspannung für die direkte Heizung der Kathode. Um diese Spannungen für den portablen Betrieb aus einem 12V Akkumulator zu erzeugen mussten entweder mechanische DC/DC Wandler oder rotierende Maschinenumformer eingesetzt werden, was einen einfachen portablen Funkbetrieb auf einem Auswärtsstandort (z.B. Berggipfel) nicht unbedingt förderlich war. Trotz dieser schwierigen Rahmenbedingungen war dieses Gerätekonzept bis zum Anfang der 70er Jahre die für Funkamateure einzige Möglichkeit um auf 3cm QRV zu sein.

9GHz Klystron mit WR90 HL-Ausgang

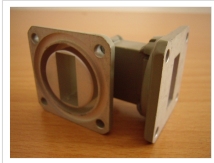
Das Herzstück dieser frühen 10GHz Anlagen war wie schon erwähnt das Reflexklystron das mechanisch/elektrisch auf eine Frequenz innerhalb des 3cm Bandes abgestimmt wurde. Das linke Bild zeigt ein Klystron, mit WR90 Hohlleiter Anschluß und einem im Hohlleiter eingebauten Dämpfungsglied, das ursprünglich möglicherweise als Mikrowellen Signalquelle für das X-Band konzipiert wurde.

Mit der horizontal angeordneten Abstimmschraube konnte die Frequenz dieses freischwingenden Oszillators mechanisch beinflußt werden. In den 3cm Amateurfunkanlagen wurde Frequenzmodulation durch Änderung der Repeller Spannung erzeugt in dem über einen Trafo das Audio Signal (NF) auf die Gleichspannung aufgedrückt wurde. Der Frequenzhub lag dabei in der Größenordnung von einigen 100KHz. Die HF Energie des Senders wurde in einen Dosenstrahler (beer can) eingekoppelt, der als Erreger im Brennpunkt einer Parabolantenne montiert wurde. Für den Empfangszweig wurde im Dosenstrahler eine Germanium Mikrowellendiode als Mischer um 90° zur Polarisationsrichtung des Senders versetzt, eingebaut.

Durch diesen Polarisationsversatz gelangte nur ein geringer Pegel des Sendesignals an die Mischdiode und diente damit als Oszillatorsignal für den Empfang. Dieser Aufbau wurde als POLA-PLEXER bekannt, die Idee des POLA-PLEXER kam aus der Designer Küche des SBMS. Der mechanische Aufwand war relativ groß, für den Energietransport wurden aus Messing oder Kupfer gefertigte Hohlleiter vom Typ WR90 (Innenmaß 0,9x0,4 inch, bzw. 23x13mm) eingesetzt, was dem 3cm Band in frühen Jahren die Bezeichnung „Installateurband“ (plumber) einbrachte.



Hohlleiter werden mittels Flansche verschraubt die an den Enden eines Hohlleiters aufgelötet werden. Nachdem die (rechteckigen) Hohlleiterrohre starr sind, können Richtungsänderungen in H oder E-Ebene nur durch vorgefertigte Bögen, Twiste oder flexible Hohlleiter vorgenommen werden. Als Ausnahme sind Elliptische Hohlleiter zu erwähnen welche durch ihre gewellte Oberflächenstruktur eine einmalige Verformung des Hohlleiters während der Verlegung zulassen. Der Vergleich mit der Verlegung von Wasserleitungsrohren ist dabei nicht ganz von der Hand zu weisen und führte daher zum Begriff "plumbers band". Die beiden Bilder zeigen WR90 Hohlleiter Bögen 90° in H und E-Ebene, verwendbar für den Frequenzbereich von 8 bis 12GHz.



Die Funkverbindungen wurden im Duplex Verfahren abgewickelt. Dabei senden die beiden Stationen auf zwei unterschiedlichen, um die ZF versetzte Frequenz. Station A sendet z.B. auf 10.300MHz, Station B sendet auf 10.400 MHz, beide Stationen verwenden einen Teil des eigenen Sendesignals als Oszillatorsignal für den Empfänger und eine ZF von 100 MHz. Jede Station kann daher Nutzsignale empfangen die im Abstand von +/- 100MHz von der eigenen Sendefrequenz liegen. Bedingung ist, dass beide Stationen die gleiche ZF verwenden.

Station A empfängt B auf dem oberen Seitenband und Station B empfängt A auf dem unteren Seitenband. Das funktioniert deshalb, da die Anlagen ohne Empfänger Eingangsfilter betrieben wurden und daher auch auf der Spiegelfrequenz empfangen konnten. Allerdings verschlechterte sich damit die Empfängerrauschzahl von 15 bis 20db um weitere 3db.

Bedingt durch die 90° Entkopplung zwischen TX und RX im POLA-PLEXER musste zu Beginn des QSO`s festgelegt werden wer von den beiden Stationen horizontal bzw. vertikal polarisiert sendet. Dementsprechend wurde der Dosenstrahler in die richtige Position gebracht. Station A sendet H und Empfängt V, Station B sendet V und empfängt H. (genial einfach)

Text von OE3WOG

weiter >>

zurück zu Die Entwicklung der Mikrowelle im Amateurfunk

# Die Entwicklung der Mikrowelle im Amateurfunk

- **„ Die USA “**

Datei:w7lhlqst.jpg Die ersten bekannt gewordenen Mikrowellen Anwendungen im Amateurfunk stammen aus dem Jahr 1946 und kommen aus den USA. Zu dieser Zeit war in Europa und in anderen Teilen der Welt die Ausübung des Amateurfunks noch stark eingeschränkt wenn nicht komplett untersagt. Erst ab Beginn der 50er Jahre wurden diese Restriktionen aufgehoben und die Funkamateure in Europa konnten wieder offiziell ihr Hobby ausüben.

Im Jahre 1927 wurden die ersten Richtlinien durch die im Jahr 1865 gegründete International Telegraph Union (I.T.U) zur Vergabe und Zuteilung von Radiofrequenzen, für die im raschen Wachstum begriffene drahtlose Kommunikationstechnik, erstellt. Bis zum heutigen Zeitpunkt ist es Aufgabe der I.T.U, technische Standards zu definieren und die Radiofrequenzen für die Dienste wie: Land/Mobil, Schifffahrt, Flugfunk, Rundfunk und Amateurfunk, etc., international zu koordinieren. In der 1947 abgehaltenen I.T.U Konferenz in Atlantic City wurde der Grundstein für die zum Teil noch heute gültigen Bandpläne (u.a. auch für den Amateurfunk) gelegt. In der I.T.U werden die Belange der Funkamateure durch die IARU (International Amateur Radio Union) vertreten. Durch das Bemühen der IARU konnten auch Frequenzbänder oberhalb von 1.000MHz für den Amateurfunk „erworben“ werden. Seit 1948 ist der Sitz der I.T.U. in Genf (Schweiz).

Bedingt durch den zeitlichen Vorsprung war es daher nicht verwunderlich dass die ersten Veröffentlichungen, Gerätebeschreibungen und Berichte über Amateurfunkaktivität im Mikrowellenfrequenzbereich, hauptsächlich aus den USA kamen. Die für die Übertragung der Mikrowellensignale verwendeten Geräte wurden vollständig im Eigenbau („home made“) hergestellt, wobei die HF bestimmenden Bauteile großteils aus den „Surplus“ Beständen der Industrie und des Militärs kam. Als Modulation wurde Breitband Frequenzmodulation (WBFM) eingesetzt.

Das erste bekannt gewordene QSO auf dem 3cm Band (10GHz) wurde zwischen W2RJM und W2JN im Jahr 1946 über eine Entfernung von 3,22Km durchgeführt. Im Jahr 1947 stand der „Weltrekord “ im 3cm Band, gehalten von W6IFE/3 und W4HPJ/3, immerhin schon bei 12,31km. Das Callsign von W6IFE, Donovan Thompson, ein Mikrowellen Pionier der ersten Stunde, wurde später das Klubrufzeichen der „San Bernhardino Microwave Society“ (SBMS). Die SBMS ist die weltweit älteste Amateurfunk Mikrowellen Interessensgruppe und wird bis heute als eigenständiger Verein geführt. 1960 wurde der Weltrekord im 3cm Band von W7JIP/7 und W7LHL/7 auf (für diese Zeit sensationelle) 427km erweitert.

das Bild links zeigt die Kopie des in der QST veröffentlichten Photos aus dem Jahr 1960

• **„ in Europa “**

In Europa waren es die Funkamateure aus den UK die sich schon früh der Verwendung und dem Einsatz von Mikrowellen zuwandten. Bereits 1943 wurde eine Reihe technischer Artikel über „Communication on centimetre waves“ im „RSGB Bulletin“ veröffentlicht. 1947 erschien ein aus 54 Seiten bestehendes Buch mit dem Titel „ Microwave Technique“. Zu dieser Zeit beschäftigten sich in den UK nur wenige Funkamateure mit Frequenzen oberhalb des 70cm Bandes. 1950 gelang es G3APY und G8UZ, den Weltrekord im 3cm Band auf eine Entfernung von 12 Meilen (ca. 20Km) anzuheben. Nur einen Monat später wurde dieser Rekord durch G3APY und G3ENS/p auf eine Streckendistanz von 27 Meilen (ca. 43Km) verbessert. In Folge wechselten die 3cm Weltrekorde einige Male zwischen USA und UK.

Ein wesentlicher Beitrag am Erfolg der Mikrowellenaktivität in Europa erfolgte durch die Veröffentlichungen der Artikel und Beiträge von D.S. Evans (G3RPE) und G.R. Jessop (G6JP) im VHF-UHF Manual, das von der RSGB publiziert wurde. In diesem Handbuch wurden die Grundlagen der Mikrowellentechnik als auch die klassischen Mikrowellen Bauteile wie Hohlleiter, Antennen, Messmittel, Klystrons und Gunn Oszillatoren erstmals und detailliert beschrieben. Das VHF-UHF Manual war in den 60er und 70er Jahren die Grundlage für den Eigenbau von Mikrowellen Geräten und ermöglichte vielen Funkamateuren den Einstieg in die Thematik der Mikrowellen.

Zu Beginn der 70er Jahre wurden in Österreich die ersten Experimente im 3cm Band durch OM Richard Vondra, OE1RVW durchgeführt. OE1RVW baute verschiedene 3cm GUNN-WBFM Transceiver und mechanische Absorptions-Frequenzmesser. Seine Selbstbauprojekte und Berichte über die ersten 3cm Funkverbindungen (QSO`s) zwischen OE1RVW und OE1ABW wurden in der DUBUS und erstmals 1975 in der August Ausgabe der QSP veröffentlicht.

• **„ Die System Generationen „**

Die Geschichte der Mikrowellenaktivität im Amateurfunk lässt sich am besten in zeitliche Abschnitte einteilen und entspricht der in jener Zeit machbaren und finanziell tragbaren Technologie.

**1946 bis 1972: Breitband FM modulierte Systeme mit Klystrons**

**1972 bis 1982: Breitband FM modulierte Systeme mit Gunn Elemente und passiven Halbleitern**

**ab 1980: Schmalband (SSB/CW/FM modulierbare) Transverter Systeme unter Verwendung aktiver Halbleiterschaltungen (GaAs-Halbleiter, MMIC`s, etc.)**

Bei den Geräten der ersten beiden Generationen wurde die Endfrequenz direkt und freischwingend erzeugt. Als Modulation wurde „Wide Band“ FM Modulation (WBFM) mit sehr großen Frequenzhüben verwendet. Die Empfänger Eingangsstufe (front end) bestand üblicherweise aus einer Mikrowellen Germaniumdiode vom Typ 1N23(x). Die ZF Bandbreite des Empfangsteils war breitbandig um einerseits die großen Hübe zu verarbeiten und um andererseits den Problemen der Systembedingten Frequenzunstabilität einigermaßen entgegenzuwirken.

**Kennzeichnend für die beiden ersten Generationen waren folgende Leistungsmerkmale:**

- **Geringe Ausgangsleistung**
- **Geringe Empfängerempfindlichkeit**
- **Geringe Frequenzstabilität**
- **Hoher mechanischer und elektrischer Aufwand (Klystron)**
- **Komplizierte Handhabung im portablen Betrieb (Klystron)**

Anfang der 70er Jahre begann man weltweit auf dem 3cm Band mit GUNN Elemente zu experimentieren. Diese ersetzten sehr rasch das sperrige Klystron als HF Generator. Die Modulationsart WBFM und der um die ZF Frequenz versetzte Duplex Betrieb wurde weiterhin beibehalten. Diese Betriebsart wurde auch als „Durchblasemischer“ Verfahren bekannt. Zur Besonderheit dieser Betriebsart gehörte, dass ein Funkverkehr nur dann durchgeführt werden konnte wenn beide Stationen die gleiche Zwischenfrequenz (ZF) verwendeten, was nach anfänglichen Variationen (man verwendete auch UKW-FM Autoradios als ZF Module) letztendlich zur Normung der ZF-Frequenz von 30MHz führte.

Etwa 1975 kamen X-Band Radar Module (ursprünglich als Bewegungsmelder konzipiert) unter der Bezeichnung GUNNPLEXER, zu finanziell erschwinglichen Bedingungen auf den Markt. Die Hersteller waren: Microwave Associates mit dem Typ MA 87127 und AEI Semiconductors mit dem

Typ DA-8525/DA-8001 (unter den Entwicklern waren sicher einige Amateure). Diese GUNNPLEXER wurden damals als Set, zusammen mit einer rechteckigen 17db Hornantenne, zum Stückpreis von ca. 50 Euro angeboten. Der Einsatz solcher GUNNPLEXER für den Bau von 3cm WBFM Amateurfunk Transceivern wurde in vielen Fachzeitschriften beschrieben und war für lange Zeit Stand der Amateurfunktechnik im 3cm Band. Geräte die GUNN Elemente verwendeten waren nachbausicher, handlich und zu wesentlich günstigeren Bedingungen herstellbar.

Die Geräte der dritten Generation bestehen aus Transverter Systeme und sind damit für Schmalbandbetrieb (CW/SSB/NBFM) wie auch für den Breitbandbetrieb (TV, Daten, etc.) gleichermaßen geeignet. Für den Schmalbandbetrieb wird üblicherweise ein 2m oder 70cm Allmode Portable Transceiver zur Aufbereitung der Modulationssignale bzw. als Empfänger-Nachsetzer verwendet.

Der Sende/Empfangs Nachsetzer dient somit nur als ZF Stufe (Basisband) für den eigentlichen Mikrowellen Sende-Empfangsmischer (Transverter) der auf der endgültigen Endfrequenz arbeitet. Die Modulation/Demodulationseigenschaften und die Selektivität werden durch den Nachsetzer bestimmt. Die Aufgabe des Mikrowellen Transverter ist die lineare Umsetzung der ZF Signale auf die Endfrequenz (TX Pfad) und umgekehrt (RX Pfad) wobei die Ausgangsleistung und die Empfangsempfindlichkeit der gesamten Anlage nur von den HF Eigenschaften des Transverters selbst abhängig sind.

Die Transvertertechnik ist nicht neu und wird auch oft zur Erzeugung von VHF und UHF Frequenzen eingesetzt, als Nachsetzer dienen dabei Kurzwellen Sende-Empfangsgeräte (KW Transceivern). Grund dafür ist, dass einige KW Geräte mehr Features und bessere HF-Eigenschaften (z.B. bei ZF-Bandbreite/Selektivität/Oszillatorrauschen) aufweisen als so manches VHF/UHF Allmode Funkgerät.

Diese (Transverter) Konfiguration ist bei Kontest-Stationen und auch bei EME Operatoren sehr beliebt. Während Transverter schon früher für den Betrieb auf 70cm, 23cm oder 13cm eingesetzt wurden, musste man im Mikrowellenbereich auf die Entwicklung und die Verfügbarkeit von geeigneten und kostengünstigen Bauteilen warten. Transverter für Frequenzen von VHF bis zu 47 /76GHz, werden heute in Halbleitertechnik realisiert und üblicherweise mit 12VDC betrieben, was den Einsatz für den „portablen“ Betrieb wesentlich erleichtert.

**Transvertersysteme haben folgende Eigenschaften:**

- **Hohe Ausgangsleistung durch aktive Endstufen (Ausgangsleistung frequenzabhängig)**
- **Geringe Empfangs-System Rauschzahl durch aktive rauscharme LNA`s**
- **Hohe Frequenzstabilität durch Quarzsteuerung bzw. Einsatz von OCXO´s**
- **Geringer mechanischer Aufwand**
- **Hervorragende Eignung für den portablen Betrieb**

Mit dem heutigen Stand der Transverter Technik ist es dem Funkamateur möglich, z.B. auf 3cm die gleichen Performance wie die eines üblichen KW/VHF/UHF Amateurfunkgerätes zu erreichen, bzw. dieses in einigen Parameter sogar zu übertreffen.

Günstig für die Entwicklung der Mikrowellen Amateurfunk Aktivität, erwies sich die (fast) weltweite Zuteilung des 3cm Frequenzbandes (X-Band) von 10,0 bis 10,5GHz. Damit wurde der Grundstock für eine genügend große kritische Masse an potentiellen Teilnehmern gelegt. (die für OE gültigen Frequenz Bandpläne findet man auf der Wiki Seite: Was sind Mikrowellen?) bzw. die regional gültigen Bandpläne, im „VHF Managers Handbook“ der IARU Region 1.

Glücklicherweise besitzt das 3cm Band eine relativ günstige Ausbreitungscharakteristik, da die Frequenzen im Bereich um die 10GHz durch Atmosphärische Dämpfungen weniger betroffen sind. Das X Band wird auch das Weltraumband genannt, die Funkfrequenzen die für die Radiokommunikation in den Weltraum zugeteilt sind, liegen bei 8GHz. Ein weiterer Treiber fand sich in der Verfügbarkeit von „Surplus“ Material, wie z.B. Hohlleiter, Klystrons, GUNN Module, Parabolantennen, etc., die aus Restbeständen der zivilen und militärischen Radaranwendungen im 9GHz Bereich gewonnen werden konnten und von den Funkamateuren für den Einsatz auf 10GHz „reanimiert“ wurden.

Halbleiter und Bauteile für den SHF Bereich sind in der Zwischenzeit für Amateure verfügbar und erschwinglich geworden. Grund dafür ist, der in den letzten 30 Jahren stark gewachsene Einsatz diverser Technologien für die drahtlose Kommunikation und dem daraus entstandenen „second hand“ Angebot an Industriellen Mikrowellen Komponenten (ebay, Flohmärkte, etc.) Mikrowellen Transverter werden heute auch bereits als Bausätze bzw. als fertige Module/Geräte angeboten. Darüber hinaus gibt es auf Flohmärkten immer wieder die Gelegenheit, günstige Komplettgeräte, Bausätze, Antennen oder auch nur geeignete Bauteile zu erwerben.

Ab etwa 1990 sind wir in der Lage Transverter Systeme für den oberen SHF bzw. den mm-Bereich (75 bis 250GHz) herzustellen. Dabei wird die Umsetzung des Sende bzw. Empfangssignals durch so genannte „Subharmonic Mischer“ bewerkstelligt, die nur aus einer passiven Mikrowellendiode bzw. einem Diodenpaar bestehen. Die mit solcher Anordnung erzielbare HF Ausgangsleistung beträgt allerdings nur einige hundert MicroWatt, die mit solcher Anordnung erzielbare Empfänger System Rauschzahl liegt bei 15 bis 20db. Diese vergleichsweise bescheidenen Leistungsmerkmale werden jedoch durch den auf diesen Frequenzen erzielbaren Antennengewinn teilweise wieder kompensiert. Um Leistungen im mW Bereich zu erzeugen werden auf diesen Frequenzen Varactor Dioden eingesetzt, was die Anwendung auf die Modulationsart CW (Morsecode) beschränkt, oder anders ausgedrückt, diese Betriebsart wieder zu neuem Leben erweckt. Alternativ ist bei Verwendung eines Varactor Vervielfachers auch NBFM (Narrow Band Frequency Modulation) möglich.

Mikrowellen haben den Vorteil dass der Empfang durch so gut wie keinen Störpegel (man made noise) beeinträchtigt wird und auf Grund der geringen räumlichen Abmessungen der Antennen die Aufstellung und der Betrieb, egal ob für portabel oder Feststationen, viel leichter zu bewerkstelligen ist, als auf KW oder UKW. Mikrowellenantennen weisen Antennengewinne auf, von denen man auf der (langen) Kurzwelle nur träumen kann. PLC (power line communications) und Sonnenflecken Abhängigkeit sind hier kein Thema.

Während das 3cm Band bei den Funkamateuren einen nachhaltigen und durchschlagenden Erfolg erreicht hat, hinkt die Anzahl der auf den mm Wellen experimentierenden Funkamateure etwas hinterher. Ein Grund mag sein, dass der Aufwand zur Herstellung und Betrieb von Transverter und Antennensysteme im oberen Mikrowellen (mm) Frequenzbereich noch immer als zu hoch eingeschätzt wird, was wir mit den Artikeln dieser Interessensgruppe entkräften möchten.

Ca. 90% der gesamten, den Funkamateuren überlassenen und zugewiesenen Frequenzbändern liegen im Mikrowellenfrequenzbereich. Dieses Potential sollte genutzt werden, ein Frequenzengpass wie auf den langwelligen Bändern ist hier vorerst nicht zu befürchten. Egal welche frequenzmäßige Beschränkung man sich auferlegt, für den experimentierfreudigen und technisch ambitionierten Funkamateur sind Mikrowellen das ideale Betätigungsfeld um Geräte und Einrichtungen noch selbst herzustellen und auszuprobieren.

Und, „last, but not least“ man braucht keinen PC. Zum Einstieg in die Mikrowelle empfiehlt sich das 3cm Band, hier findet man die größte Beteiligung und viel versprechende Ausbreitungsbedingungen, was absoluten Spaß und Erfolg garantiert.

- **„the early days...“**

Die Industrie hatte es schon lange mit den Mikrowellen. Radaranwendungen, Militärische Anwendungen, Richtfunkverbindungen und Raumfahrt waren die klassischen Treiber dieser Technologie. Bereits in den 30er Jahren war die SHF Technik industriell beherrschbar wenn auch die Auswahl an Bauteilen damals eine andere war. Die in den militärischen Anwendungen gewonnenen Erkenntnisse kamen den neuen zivilen Anwendungen zu gute und führten zur Entwicklung und Einsatz von modernen Bauteilen, Produkte, Anlagen und Anwendungen.

Im Gegensatz zur Industrie haben sich die Funkamateure im deutschsprachigen Raum nur sehr zögerlich der Mikrowellentechnik zugewandt. Grund war die damals (nicht ganz unberechtigte) Meinung dass die Herstellung von Anlagen und Geräte für den SHF Bereich, äußerst kompliziert und kostenintensiv sei. Eine weitere Begründung findet sich in der Annahme, dass die Reichweite von Funkverbindungen bei steigenden Frequenzen immer geringer werden würde (man verglich dabei die Kurzwelle mit dem 2m Band) und der Funkbetrieb auf Frequenzen oberhalb von 500MHz, keine nennenswerten Distanzen (DX) erlaubt.

Bei näherer mathematischer Betrachtung zeigte es sich allerdings, dass Funkverbindungen auch über größere Entfernungen unter „Line of Sight“ (LOS / optischer Sicht) Bedingungen selbst mit extrem kleiner HF Ausgangsleitungen und moderatem Antennengewinn möglich sind. In Folge wurde festgestellt dass, unter Tropo und Scatter Bedingungen Reichweiten, weit über den Optischen Horizont hinaus, erzielt werden können.

Die in der POLA-PLEXER bzw. in der GUNNPLEXER Zeit erzielten Weitenrekorde waren daher in erster Linie von den geographischen Gegebenheiten (Lage der Standorte) abhängig und da hatten in Europa die Alpenländer den Vorteil, über einige mehr als hundert(e) Kilometer lange hindernisfreie Funkfelder zu verfügen. Diese Umstände trieben die Mikrowellenfunkamateure in die Berge. Zur Planung solcher Funkverbindungen wurden wie auch in der kommerziellen Richtfunktechnik üblich, Geländeschnitte zwischen den gewählten Standorten angefertigt.

Diese Methode wird auch weiterhin zur Erzielung von Weitenrekorde im mm Bereich (ab 47GHz aufwärts) angewendet. Seit ca. 1990 wächst die Zahl an Stationen die vom Home QTH Schmalband Betrieb (CW, SSB, FM) auf den Mikrowellenbändern durchführen. Ein hindernisfreier Standort ist dabei von Vorteil, trotzdem wurden bereits Verbindungen über Regenscatter bzw. Tropobedingungen auch aus nicht optimalen Standorten getätigt.

Text von OE4WOG

Das Reflexklystron

GUNN-Plexer

zurück zu Einleitung Mikrowelle

# Die Geschichte der Elektromagnetischen Wellen

eine Übersicht über die wissenschaftliche und technische Entwicklung seit 1800.

Die Entwicklung der Elektronik-Industrie und damit auch die Entwicklung und der Einsatz von Elektromagnetischen Wellen bzw. Mikrowellen (Bezeichnung für extrem kurze Elektromagnetische Wellen mit einer Wellenlänge von einigen cm bzw. mm) ist eine produktive Mischung aus Theorie und Pragmatismus.

Die Entdeckung der Elektromagnetischen Wellen geht auf James Clerk Maxwell zurück, ein brillianter Theoretiker der schon 1864 die Existenz von Elektromagnetischen Wellen schriftlich erwähnte. Es dauerte allerdings noch 22 Jahre bis Heinrich Hertz im Jahre 1886 die Existenz dieser Elektromagnetischen Wellen experimentiell nachweisen konnte.

Hertz verwendete eine Induktionsspule mit einer Funkenstrecke um in einiger Entfernung in einer auf 450 MHz resonanten Empfangsschleife wiederum einen Funken zu erzeugen. Auf die Frage ob Seine „Erfindung“ von weiterem Nutzen sein werde, beantwortete Hertz mit „eher nicht“. Eine Antwort, die Heinrich Hertz später sicher revidiert hätte. Heinrich Hertz starb im Alter von nur 36 Jahren an der Wegnerschen Krankheit.

Hertz erbrachte den Beweis dass sich Elektromagnetische Wellen genauso schnell und auf gleicher Art wie das Licht ausbreiten. Seine Ergebnisse sind Auslöser für die spätere Entwicklung der Drahtlosen Kommunikation. (Radio, Funk, Radar, etc.)

Sir Joseph Oliver Lodge (Englischer Physiker) führte der „Royal Society“ in London im Jahre 1894 die Anwendung der „Hertzschen Wellen“ vor. Auch Lodge dachte erstmals nicht daran dass diese Erfindung eine größerer Bedeutung hätte und schränkte den Anwendungsbereich auf etwa eine halbe Mile (< 1 km) bzw. auf den sichtbaren Horizont ein. Im Gegensatz zu Heinrich Hertz konnte Oliver Lodge jedoch die ab der Jahrhundertwende rasant einsetzende Entwicklung der Drahtlosen Kommunikationstechnik miterleben, Lodge starb 1940 im Alter von 89 Jahren.

1896 hielt Sir Jagadish Chandra Bose (Indischer Physiker, Botaniker) vor der Royal Society in London einen Vortrag über Seine Experimente zur Erzeugung von Elektromagnetischen (Mikro) Wellen von bis zu 60 GHz. Bemerkenswert daran ist dass Bose diese Frequenzen mit den damals üblichen Funkensendern erzeugen und anscheinend auch "Empfangsmittel" für diese im mm Bereich liegenden Frequenzen herstellen konnte.

Bis zu diesem Zeitpunkt konnte man das „er-und ge-fundene“ Potential nicht wirklich verwerten. Die Entdecker entsprachen auch eher dem Typus von Forschern und Wissenschafter die mehr durch Wissensdurst und Neugierde getrieben wurden und nicht unbedingt aus kommerziellen Gründen handelten.

Das änderte sich schlagartig als ein gewisser Gugliemo Marconi (später Marchese) die Weltbühne betrat. Marconis Stärke war nicht die Wissenschaft und die Theorie, Marconi war pragmatisch veranlagt und erkannte als erster die Bedeutung der "Hertzschen Wellen" um Daten und Signale über große Entfernungen zu übertragen. Seine Taten sind Geschichte und bis zur Gegenwart bestens bekannt. Mit Marconi begann der Siegeszug der drahtlosen Kommunikation der bis heute noch anhält, jedoch nicht mehr so spektakulär wahrgenommen wird.

1972 wurde die Weltraumsonde Pioneer 10 in das Weltall geschickt, versorgt durch einen radioisotopen thermoelektrischen 150 Watt Generator, ausgestattet mit einer 2,74m Parabolantenne. Für den downlink wurde ein TWT mit 8 Watt HF Ausgangsleistung auf 2292 MHz eingesetzt. 1973 erreichte Pioneer 10 den Jupiter, im Jahre 2003 konnte die NASA bei einer Entfernung von 7,5 Milliarden Kilometer zum letzten Mal eine Kommunikation mit Pioneer 10 herstellen der weiter zum Sternensystem des Aldebaran (Alpha Tauri) unterwegs ist.

Was würde wohl Marconi über diesen Weitenrekord sagen? Es dauerte 172 Jahre von Volta`s Batterie bis zum Start von Pioneer 10, was werden sich Intelligente Lebewesen im Aldebaran über die Parabolantenne, den Transistoren, den TWT und den Thermogenerator denken wenn in etwa 2 Millionen Jahren die Raumsonde dort angekommen sein wird? Und, auf welchem technischen Niveau werden wir Menschen dann stehen?

## Technologie Meilensteine von 1800 bis 2000

1800 Alessandro Volta erfindet die Batterie
1820 Hans Christian Oersted, entdeckt den Zusammenhang zwischen Elektrizität und Magnetismus
1827 Georg Simon Ohm definiert das Ohmsche Gesetz
1831 Michael Faraday entdeckt die magnetische Induktion und die Gesetze der Elektrolyse
1873 James Clerk Maxwell veröffentlicht A Treatise on Electricity and Magnetism, ein Lehrbuch über den Elektromagnetismus
1876 Alexander Graham Bell baut das erste brauchbare Telefon
1880 Oliver Heaviside ergänzt Maxwells Gleichung und erhält das Patent auf die Koaxialleitung in England.
1886 Heinrich Hertz weist die Existenz von Elektromagnetischen Wellen nach
1893 Joseph John Thomson entwickelt Theorie des Hohlleiters
1896 Jagadish Chandra Bose arbeitet mit Mikrowellen bis 60 GHz
1897 Guglielmo Marconi gründet die Firma “Wireless Telegraph Company Limited”, Karl Ferdinand Braun entwickelt die „Braunsche Röhre“, Lord Raleigh beschreibt die „Mathematik“ des Hohlleiters
1899 Guglielmo Marconi überbrückt den Ärmelkanal
1900 Nikola Tesla erhält am 20. März 1900 sein erstes Patent über die drahtlose Energieübertragung, das heute als erstes Patent der Funktechnik gilt. Nur einen Monat später, am 26. April 1900, meldete Guglielmo Marconi sein Patent zur drahtlosen Telegraphie an.
Reginald Fessenden erfindet die Sprachmodulation
1901/1902 Guglielmo Marconi überbrückt den Atlantik
1902 Oliver Heaviside sagt die Existenz der Kennelly-Heaviside-Schicht ("E-Schicht") in der Ionosphäre vorher.
1904 John Ambrose Fleming entwickelt die Diodenröhre

1906 Lee De Forest entwickelte die Triodenröhre
1912 Edwin Howard Armstrong entwickelt die Modulationsart Frequenzmodulation (FM)
1916 Jan Czochralski gelingt synthetische Herstellung von Quarzkristallen
1919 William H. Eccles und Frank W. Jordan entwickeln das „Flip-Flop“
1920 Albert W. Hull entwickelt das Magnetron
1922 Walter Guyton Cady entwickelt den Quarzoszillator
1924 Edward Victor Appleton weisst die von Oliver Heaviside 1902 vorhergesagte E-Schicht ( Kennelly-Heaviside-Schicht) experimentell nach.
1926 Yagi Hidetsugu und Uda Shintaro entwickeln die später nach ihnen benannte Yagi-Uda Antenne
1928 Herman Potočnik erwähnt Geostationäre Positionierung im Orbit, Harry Nyquist veröffentlicht sein Abtasttheorem
1930 André G. Clavier verwendet Parabolantennen bei Mikrowellenlinks
1932 Karl Guthe Jansky entdeckt Rauschspektrum des Sagittarius, die Radio-Astronomie beginnt
1935 Robert Alexander Watson-Watt erfindet das Radar und den Begriff„Ionosphäre“
1937 Gebrüder Russell und Sigurd Varian entwickeln das Klystron unter Mithilfe von William Webster Hansen
1938 Walter H. Schottky bechreibt „Metal Semiconductor Junctions“
1939 William R. Hewlett und David Packard gründen das Unternehmen Hewlett-Packard und beginnen in einer Garage mit der Produktion von Elektronischen Geräten, Phillip Hagar Smith entwickelt das nach Ihm benannte Kreisdiagramm
1940 England installiert Landesweite Luftraumüberwachung mittels Radar (Chain Home)
1942 Harald Friis definiert Formel für die Berechnung der Rauschzahl (Noise Figure). Gustav Guanella beantragt ein Patent in der Schweiz für ein Verfahren zur Übermittlung von Nachrichten, die mit Hilfe von Steuersignalen verschleiert werden. Es wird 1952 erteilt. Das Verfahren erlangte als Direct sequence spread spectrum transmission DSSS (deutsch: Frequenzspreizverfahren) große Bedeutung in der abhörgesicherten drahtlosen Übertragung. Das entsprechende US-Patent 2405500 wurde 1946 erteilt.
1946 Reflexionen von Elektromagnetischen Wellen vom Mond empfangen (EME)
1946 Paul Eisler entwickelt die gedruckte Schaltung (printed circuit)
1947 John Bardeen, Walter Houser Brattain und William Shockley entwickeln den Transistor
1948 NTSC Norm für Schwarz-Weiß Fernsehen in USA eingeführt
1950 AT&T verwenden Mikrowellen für Richtfunkstrecken im C-Band
1953 G. A. Deschamps stellt Patch Antenne vor
1957 Die UdSSR startet den Sputnik
1958 Jack Kilby (Texas Instruments) und Robert N. Noyce (Mitbegründer von Fairchild Semiconductor und Intel) entwickeln die Integrierte Schaltung (IC)
1960 HP und Monsanto bringt die Leuchtdiode (LED) auf den Markt
1965 Kaneyuki Kurokawa beschreibt die Funktion von S-Parameter
1968 Radio Corporation of America (RCA) entwickelt CMOS
1969 Das Internet beginnt als Arpanet
1972 NASA startet Pioneer 10
1973 Software für Mikrowellenschaltungen verfügbar
1978 AT&T starten Tests für das 800 MHz AMPS Mobiltelefonsystem

1980 GaAs FETs für eine Ausgangsleistung von 10 Watt auf 10 GHz verfügbar
1981 IBM bringt den AT-PC auf den Markt
1983 Motorola bringt ein Handtelefon für den analogen AMPS Standard auf den Markt
1993 GPS Block II in Betrieb
2003 NASA`s letzter Kontakt mit Pioneer 10

## Epilog

Natürlich gibt es noch viele andere Erfindungen in der Sparte der Nachrichtentechnik und Elektronik die man hier noch aufgezählen könnte. Dies betrifft im Wesentlichen auch die Entwicklung von aktiven und passiven Bauelemente, der Messtechnik und den maschinellen Produktions-und Herstellungsverfahren. Erst mit der Verfügbarkeit von hochwertigen Bauelemente und modernen Verfahrenstechniken konnten Geräte in der Form realisiert werden in der wir sie heute kennen. Von der Entwicklung des flip-flop bis zum ENIAC Computer (mit einigen tausend Vakuum Röhren) dauerte es gerade mal 27 Jahre, bis zum PC von IBM immerhin 62 Jahre.

Manche Technologien (wie z.B. die Fernsehnormen) haben sich inklusive Veränderungen und Modifikationen relativ lange behaupten können. Nach insgesamt 61 Jahren Betrieb, ist nun das Ende der analogen Televison Standards (NTSC, PAL, SECAM) gekommen. In den Industrienationen werden terrestrische TV-Übertragungen nur mehr digital moduliert ausgesendet.

Ein klassisches Beispiel frühezeitiger Innovation ist auch die gedruckte Schaltung, wahrscheinlich hat sich Eisler im Jahre 1946 die gesamte Tragweite seiner Erfindung wohl nur vage vorstellen können. Bis zur Massenanwendung hat es dann noch ca. 25 Jahre gedauert und heute geht ohne Leiterplatte nichts mehr.

### Änderung der Komplexität im Wandel der Zeit (z.B. bei Amateurfunkgeräte)

um 1900 > eine Diode bzw. Kristall (1 aktives Element)
1935 – 1970 > bis zu 20 Röhren [Collins 75S 3B]
1970 – 1980 > Transistoren ersetzen Röhren, [Kenwood TS820] (ca. 150 aktive Elemente)
1980 – 2000 > Einsatz von IC, µP, [Yaesu FT 1000MP] (>100.000 aktive Elemente)
ab 2000 > Software Defined Radio + PC (zig-Millionen aktive Elemente)

....."lastly, from millions of vibrations per second, proceed to billions, we will come to light radiation. The great gap between Hertzian waves and waves of light has not yet been bridged, but I do not doubt that it will be done by the discovery of improved methods of generating and observing very short waves"

Olivier Heaviside, Heavisides`s Electromagnetic Theory, 30. January, 1891

***Quellenverzeichnis & Web Resources***

*J.C. Rautio, "Maxwell's Legacy," IEEE Microwave Magazine, June 2005, pp. 46–53*
*www.wikipedia.com: Heinrich Hertz.*
*E. Larson, Thunderstruck, Three Rivers Press, New York, NY 2006*.
*H. Potocnik, The Problem of Space Travel, Government Printing Office, Washington, DC (English reprint from 1928 book in German)*
*www.wikipedia.com: Pioneer 10*
*Microwave Journal Vol. 51 | No. 7 | July 2008 | Randy Rhea, Susina LLC*
*Doug Millar, K6JEY; moonlink-net*

aus verschiedenen Quellen, zusammengestellt von OE4WOG mit Ergänzungen von OE1VMC.

zurück zu Einleitung Mikrowelle

Was sind Mikrowellen?

Die Entwicklung der Mikrowelle im Amateurfunk

# Einleitung Mikrowelle

Die folgenden schriftlichen Beiträge dieser Interessensgruppe befassen sich mit der Anwendung (Applikation) von Höchstfrequenztechnik (Mikrowellentechnik) im Rahmen des Amateurfunks. Inhaltlich werden technische Grundlagen, Mikrowellengeräte, Antennentechnik, Funkausbreitungsbedingungen und betriebliche Belange behandelt.

Der Schwerpunkt der Beiträge und Artikel liegt in der Anwendung und dem Einsatz von Schmalbandbetriebsarten wie CW, SSB und NBFM. Beiträge zu Themen wie ATV-Richtfunk, Digitale Betriebsarten und Satellitenkommunikation im Mikrowellenbereich, sind willkommen.

Fragen, Anregungen betreffend Mikrowellen im Amateurfunk, Bitte per email unter der Angabe des Rufzeichens oder des Vornamens an oe3wog@oevsv.at richten. Wir werden diese auf der Seite "Leser Forum" (wenn gewünscht), veröffentlichen und dienen als zusätzliche Information. Weiters ersuchen wir um Zusendung von Stationsbeschreibungen und Bilder die dann auf der Seite "Galerie"" veröffentlicht werden. Um rege Beteiligung wird gebeten.

Mit diesem Interessensgruppen-Beitrag soll das Interesse der Funkamateure (und derer, die es noch werden wollen) auf die Verwendung von Frequenzbändern gelenkt werden, die in der breiten Welt des Amateurfunks nur geringfügig wahrgenommen werden. Dies mag vielleicht damit zu tun haben, dass der Mikrowellentechnik der Ruf anhaftet:

a) technisch besonders herausfordernd zu sein und
b) keine Fertiggeräte (wie z.B. bei Kurzwelle und UKW üblich)im Handel erhältlich sind.

Dieses scheinbare „Manko“ bietet uns Funkamateuren jedoch die Gelegenheit zum Experimentieren, Freude an der Herstellung und an der Erprobung von selbst gefertigten Anlagen und das (fast) ganz ohne den Einsatz von Software und Personal Computer. Die Beschaffung von passenden HF-Modulen, aktiven oder passiven Bauteilen, bzw. Antennen für den Mikrowellenbereich ist heutzutage kein Thema. Für das 3cm Band werden bereits Fertiggeräte (outdoor tauglich, für portablen bzw. stationären Betrieb) mit Ausgangsleitungen von 1 Watt, bzw. 10 Watt angeboten.

Durch die Anwendung hoher Stückzahlen von Mikrowellen Richtfunkgeräten im Zellularen Mobilfunk ist auch die Verfügbarkeit von Mikrowellen Surplus Material deutlich angestiegen, Ausschlachtteile, Module bzw. ganze Geräte sind auf Flohmärkte oder bei Internet-Auktionshäuser erhältlich.

Bei mäßigem Eigenbauanteil liegen die Anschaffungskosten für eine 3cm (10 GHz) Anlage (Transverter, Antenne, Stativ, Akku,) ohne Nachsetzer im Bereich der Kosten für ein digitales Handfunksprechgerät, können jedoch durch Steigerung des Eigenbauanteils noch deutlich reduziert werden.

Ein weiteres Anliegen dieser Seite(n)ist die jährliche Fortführung des OE Mikrowellenstammtisches (Microwave Round Table) in dem sich aktive und zukünftige „Microwaver“ zum Erfahrungsaustausch, Gerätevorstellung, etc. persönlich treffen können und auch Fachvorträge, HF-Messungen an Geräten und ein Flohmarkt abgehalten werden. In Folge würden wir diese „Events“ auch mit dem benachbarten Ausland koordinieren.

Als eine Österreichische Amateurfunk Internetseite macht es natürlich Sinn diese Seiten in deutscher Sprache zu editieren, damit erreichen wir auch den Großteil der Schweiz und natürlich DL. Unabhängig der Nationalität, laden wir Mirowellen-Amateurfunkfreunde aus dem Ausland herzlich ein diese Informationsplattform mit uns zu nutzen. Wir freuen uns über jedes Feedback“ bzw. über Kommentare.

*Dear Ham,*
*Dear Reader,*

*This chapter is entirely devoted to “microwave amateur radio”. It covers technical papers, building projects, propagation, measurement techniques, etc. for microwave frequencies from 6cm up to the SHF mm-bands. The goal is to increase the number of microwave enthusiasts in OE and to provide state-of-the-art information on microwave amateur radio topics.*

*Most of the pages appear in german language, however due to the high amount of technical content it will be propably easy to cover the most parts of it.*

*We will establish an annual “microwave round table” to meet together and share our microwave experiences and to have some microwave measurement apabilities available to test homebrew equipment. In case of any interests or feedback on microwave issues, don`t hesitate to contact me via email at: oe3wog@oevsv.at.*

Hope to meet you there, 73 de Wolfgang, OE4WOG

Die Geschichte der Elektromagnetischen Wellen

Was sind Mikrowellen?

Die Entwicklung der Mikrowelle im Amateurfunk

Leser Forum

Galerie

Mikrowellen - Erstverbindungen

Sammlung externer Links mit Infos über Amateurfunk auf Mikrowellenbändern

# El Cuatro

Der El Cuatro ist ein 4-Band-FM-QRP-Transceiver für 23, 13, 9 und 6 cm von Fred, OE8FNK

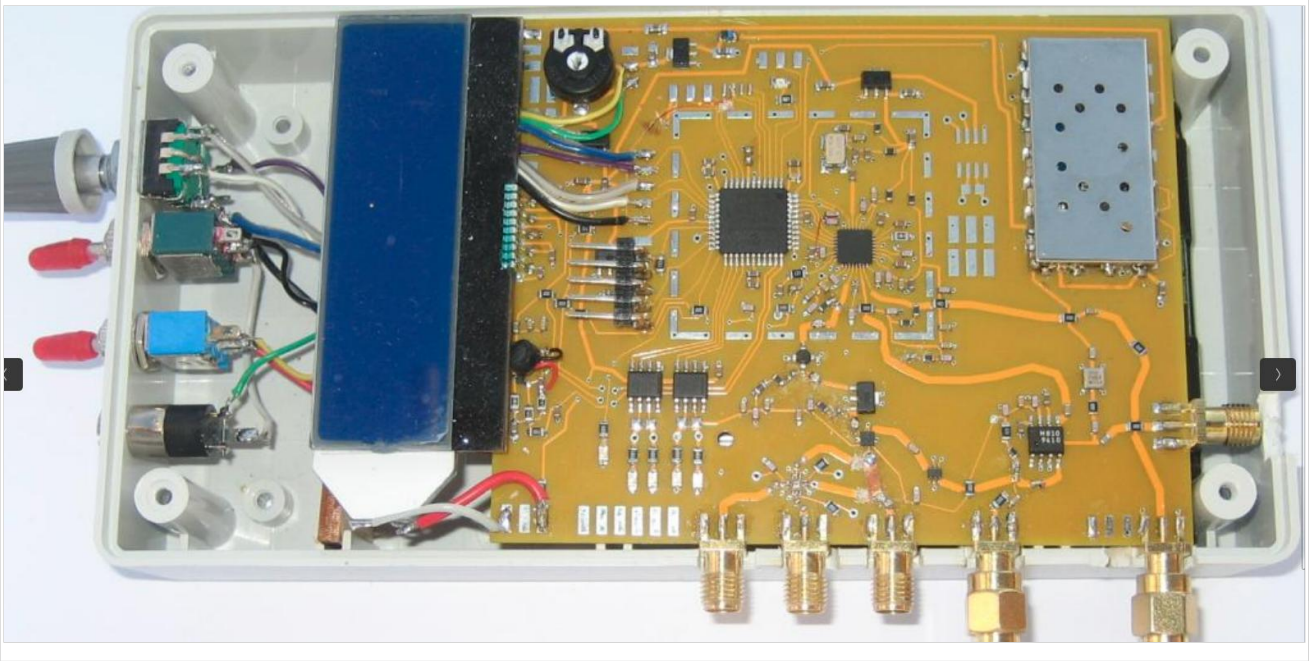
„El Cuatro“ ist ein handlicher batterie-betriebener Transceiver für Portabelbetrieb, der beim Empfangen im wesentlichen als Empfangskonverter arbeitet während er die Frequenz im Tx Betrieb direkt erzeugt. Zunächst kann man mit dem El Cuatro QSOs in Schmalband-FM arbeiten (mit 12kHz Frequenzhub). Mit diesem einfachen Konzept wurden verschiedene Amateurfunkanwendungen auf den Mikrowellenbändern realisiert für 23cm, 13cm, 9cm, 6cm, 3cm und 1.2cm.

Der El Cuatro in der Version EC22R kann zunächst Betrieb in Schmalband-FM auf den Mikrowellenbändern 23cm, 13cm, 9cm und 6cm. Auf 13cm kann das Wienerberg-Relais (ehemals OE1XKU, neues Rufzeichen: OE1XQU, Locator: JN88ee, Polarisation: Vertikal) gearbeitet werden (Output: 2401,9 MHz, Input: 2449,900 MHz). Der EC22R kann erweitert werden für CW Betrieb. Dazu ist ein kleiner Hardware Eingriff erforderlich und ein Firmware Update.

Technische Details über El Cuatro, El Cuatro 2.0 and El Cuatro 24GHz finden sich hier.

Siehe auch: Artikel in QSP 05/2018, Artikel in QSP 06/2018, Artikel in QSP 07-08/2018.

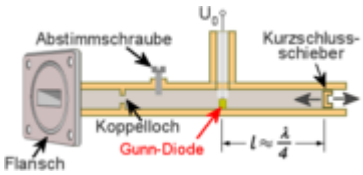
8 Jahre El Cuatro: OE8FNK beim Aktivitätskontest am 18.2.2024, QRV auf 70cm (Handfunkgerät links), und El Cuatro mit Vivaldi Antenne im Feed des Offsetspiegels für 23cm, 13cm, 9cm und 6cm.



## GUNN-Plexer

**• „ Das GUNN Element „ die zweite Gerätegeneration für 10GHz (3cm Band)**

Das GUNN Element ist ein Halbleiter mit nur zwei Anschlüssen und ähnelt im mechanischen Aufbau einer Diode, da die Anschlüsse des Elements als Anode und Kathode bezeichnet werden spricht man oft fälschlicherweise von einer GUNN Diode. Das GUNN Element trägt den Namen seines Entdeckers, John B. Gunn. (1963)



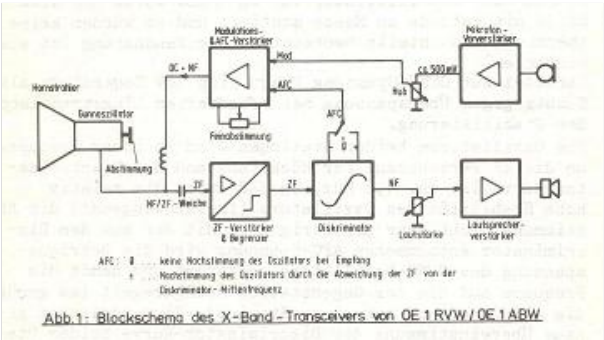

Der Aufbau des GUNN Elements besteht aus hintereinander geschalteten unterschiedlich dotierten Materialen, wie Galliumnitrid bzw. Indiumphosphid. Diese Materialien stellen eine Elektronenfalle dar, es entsteht eine Art negativer Widerstand, die Elektronen werden gestaut und wandern in Schüben durch das Element.

Mit GUNN Elemente können Frequenzen von 2 bis 150 GHz erzeugt und Ausgangsleistungen bis zu 1 Watt erreicht werden. Der Wirkungsgrad (DC Eingangsleistung zu HF Ausgangsleistung) ist dabei durchaus akzeptabel. Wird das Element in einem Resonator betrieben, bestimmen dessen Innenabmessungen die Arbeitsfrequenz.

Gegenüber dem Klystron hatte das GUNN Element den Vorteil, ein sehr kleines aber doch leistungsfähiges Bauteil zu sein, das mit weit geringerem Stromversorgungs-Aufwand betrieben werden konnte, am Markt verfügbar und vom Preis erschwinglich war. Mit dem Einsatz von GUNN Elemente begann das „Goldene Zeitalter des 3cm Bandes“.

Das GUNN Element löste das Klystron als HF Herzstück in 3cm Anlagen ab, das Übertragungsprinzip "Durchblasemischer" und WBFM blieb zwar erhalten, jedoch konnte im Bezug auf Frequenzabstimmung, Automatic Frequency Conrol(AFC) und Modulationseigenschaften ein Quantensprung an Verbesserungen erreicht werden. Weiters war man endlich in der Lage, handliche 3cm Transceiver für den portabel Betrieb herstellen zu können.

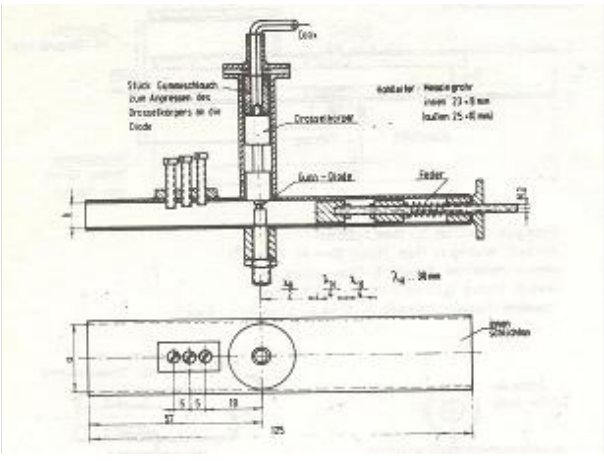
• **die 3cm GUNN-Plexer Anwendungen...**




OE1RVW 3cm Gunn Blockschaltbild

In OE begann der Amateurfunkmäßige Einstieg auf dem 3cm Band mit der Verfügbarkeit der GUNN Elemente. Als Pioneer der ersten Stunde ist OM Richard Vondra, OE1RVW zu nennen.

Richard baute in den 70er Jahren des 19ten Jahrhunderts die ersten 3cm GUNN Transceiver, mechanische Absorptionswellenmesser, 30 MHz Testloop Einrichtungen und Eichmarkengeber für die Optimierung Seiner selbstgebauten 3cm Geräte. OE1RVW und OE1ABW führten das Erst QSO auf dem 3cm Band in OE über eine Entfernung von 1,5km durch.

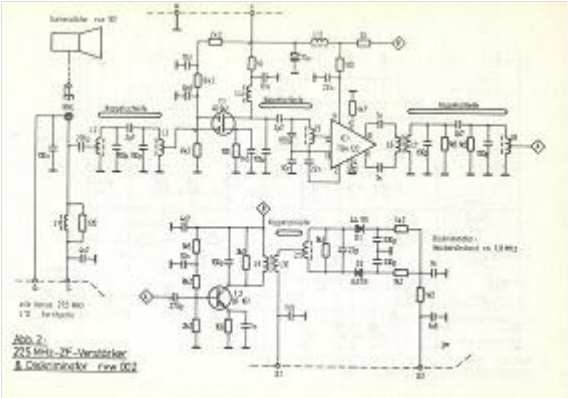


OE1RVW GUNN Mechanik

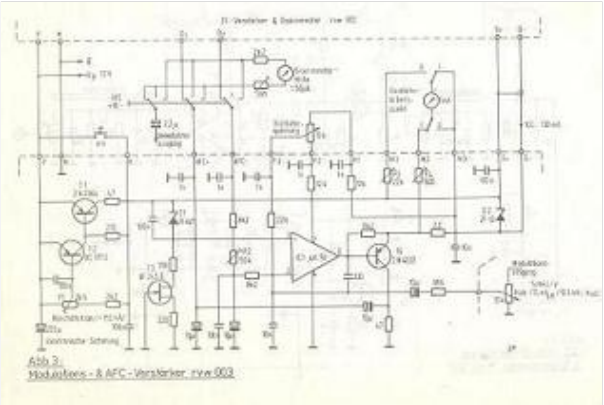
Der TX/RX Teil dieser von OE1RVW gebauten ersten Transverter-Generation aus dem Jahre 1976 bestand nur aus dem GUNN Element selbst, das gleichzeitig zur Erzeugung der Ausgangsfrequenz, als Sender und als Empfangsmischer verwendet und in einem Hohlleiter Resonator eingebaut wurde.

Die Versorgungsspannung des GUNN Elements wurde zur Erzeugung der Moulation mit der NF Spannung beaufschlagt was in der Praxis eine Mischung von FM und AM Modulation ergab. Gleichzeitig konnte mit geringer Änderung der GUNN Versorgungsspannung eine gewisse Feinabstimmung der Endfrequenz erreicht werden.

Als Resonator wurde ein Messing Vierkantrohr mit den Innenmaßen von 23x8mm aus der Möbelfertigung verwendet. Diese Abmessungen kamen dem Industriellen Hohleitertyp WR90 (8 bis 12 GHz) am nächsten.



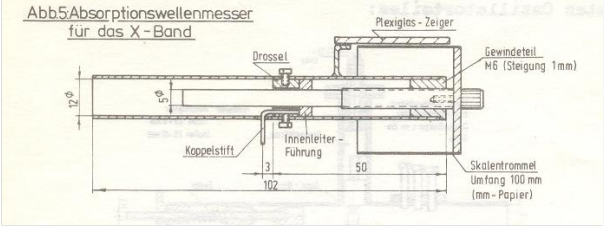
27MHz FM ZF Stufe mit Demodulator



AFC und Modulator

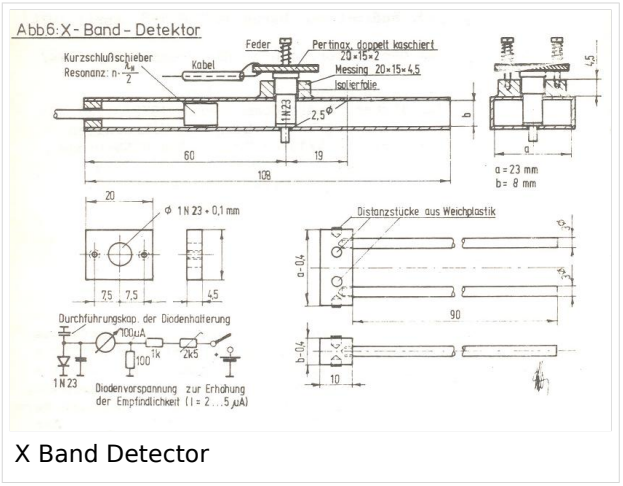
Dem GUNN Element nachgeschaltet war ein breitbandiger 27MHz ZF-Verstärker mit einem Diskriminator Höckerabstand von 1,8 MHz. Diese große Bandbreite war notwendig um einerseits die hohen Frequenzhübe von ca. 500KHz zu bewältigen und andererseits der von beiden Stationen erzeugten Frequenzunstabilität einigermaßen entgegenzu wirken.

Die vom Diskriminator abgegriffene DC Spannung wurde zur Erzeugung einer AFC (Automatic Frequency Control) Spannung verwendet um die Frequenzdrift der eigenen bzw. der Gegenstation ausgleichen zu können. Dabei genügte, dass nur eine Funkstation die AFC eingeschaltet hatte. Das de-modulierte Audiosignal wurde in einer NF Stufe verstärkt, die Wiedergabe erfolgte über Kopfhörer damit keine Audiorückkopplung über das Mikrophon (wegen des Duplexbetriebes war man ja immer auf Sendung) auftreten konnte.



X Band Wellenmesser

Nachfolgend sind die von OE1RVW gebauten Hilfsmittel zur Optimierung und Frequenzmessung von 3cm GUNN Transceivern dargestellt. Diese Zusatzgeräte wurden in den Jahren von 1976 bis 1980 entwickelt und wurden auch in der QSP veröffentlicht.



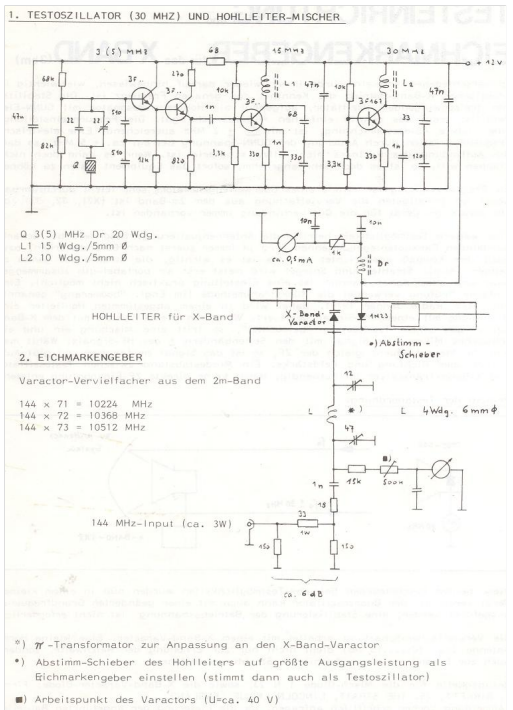
X Band Detector

Um die Endfrequenz auf dem 3cm Band zu prüfen mußte man sich einen Wellenmesser selbst anfertigen. Frequenzzähler für den Frequenzbereich über 10GHz standen den Funkamateuren damals nicht zur Verfügung. Der Wellenmeser bestand üblicherweise aus 2 Teilen: a) dem Absorptionskreis (Bild links) und b) dem X Band Detektor (Bild rechts). Der Detektor koppelte über eine Sonde in den Hohlraumresonator des Wellenmesers ein. Wurde ein 10GHz Signal in den Absorptionskreis eingespeist, so konnte mit der Kurzschlußschieberspindel auf maxima und minima Pegelanzeige abgestimmt werden. Am Wellenmesser war eine in kalibrierte Trommelskala befestigt an der man die Zwischenabstände der Dips in mm ablesen konnte. Das Längenergebnis wurde dann auf die Frequenz umgerechnet.

Diese Methode war natürlich nicht sehr präzise aber man konnte in der Praxis eine Frequenzablesegenauigkeit von ca. +/-50MHz, abhängig von der mechanischen Präzision der Kurschlußschieberspindel, erreichen. Immerhin wußte man ob man (noch) im zugewiesenen Frequenzband war.

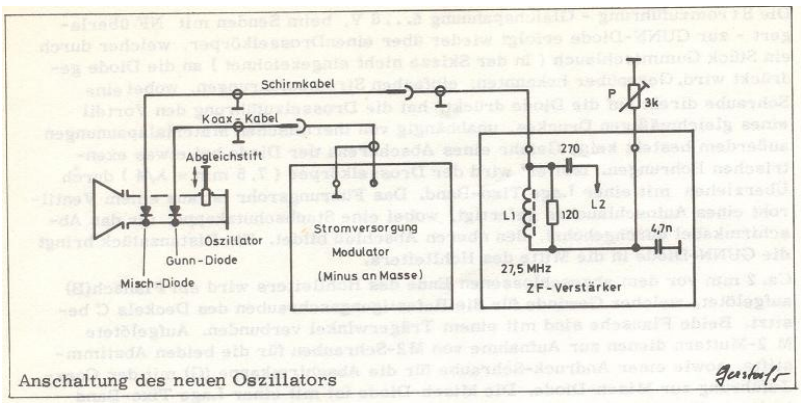
Eine weiteres Hilfsmittel war die 30MHz Testloop Einrichtung, die auch in der kommerziellen Richtfunktechnik, jedoch für eine ZF von 70MHz verwendet wurde. Damit konnte man ohne Gegenstation das ausgesendetes HF Signal wieder rück-empfangen und damit vor allem die Modulationseigenschaften überprüfen.

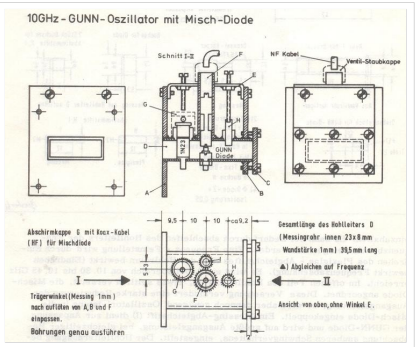
Dazu wurde ein 30MHz HF Signal auf eine im Hohlleiter montierte Mischdiode gelegt. Wurde ein 3cm HF Signal von einem GUNN Oszillator in den Hohlleiter eingekoppelt dann mischte die Diode das Eingangssignal mit dem 30MHz Signal und es entstanden als Mischprodukte im 3cm Band zwei Seitenbänder im Abstand von je 30MHz. Damit konnte das eigene ausgesendete Signal wieder rück-empfangen und beurteilt werden, sofern die eigene ZF bei 30MHz lag.




30MHZ Testloop & Eichmarkengeber

Mit der Installation einer Varaktordiode im Hohlleiter der Testloop Einrichtung konnte man die 72.te Oberwelle eines 2m Signal (144 MHz)auf 10.368 MHz erzeugen und hatte damit eine einigermaßen stabile HF Signalquelle (HF Generator) zur Überprüfung des eigen 3cm Empfangsteils zur Verfügung. Man sieht schon, auch damals waren wir nicht auf beiden Augen blind.



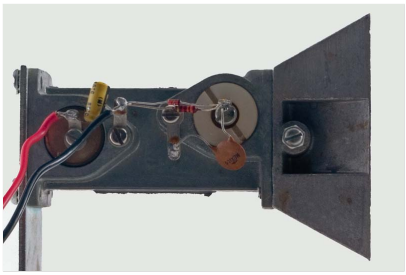




OE1RVW GUNN mit Mischdiode; Konstruktion

Mit dem GUNN Element als Selbstschwingende Mischstufe war die RX Empfindlichkeit jedoch nicht besonders hoch und die erzielten Reichweiten waren eher bescheiden. Das GUNN Element wurde generell nicht als Empfangsmischer konzipiert und besitzt weder gute Rausch noch Mischereigenschaften.

Um die RX Empfangseigenschaften zu verbessern wurde eine separate Mischerdiode (Typ 1N23 o. ä.) eingesetzt. Das GUNN Element wurde nur mehr zum Senden und als LO verwendet. Das brachte eine Verringerung der Rauschzahl von mehr als 6db, was eine Verdoppelung der Reichweite bedeutet. Richard, OE1RVW hat diese Version ebenfalls in der QSP beschrieben, das Bild links zeigt das Blockschaltbid des Gunn Oszillators erweitert um die Mischdiode, das Bild rechts zeigt die mechanischen Konstruktion des GUNN Oszillators, angelehnt an die Baubeschreibungen aus der RSGB.

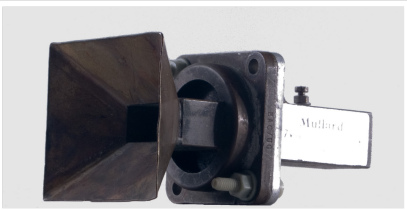
Das Photo links zeigt einen Nachbau nach OE1RVW durchgeführt von OE3JS und OE3WOG aus dem Jahre 1977. Als Hohlleiter wurde ebenfalls Messing Möbelprofil verwendet, anstelle des Fahrradventils zur Kontaktierung der Mischerdiode wurde bereits eine SMB Koax Verbindung verwendet.



9GHz Modul von Solfan

Die mechanische (grobe) Frequenzabstimmung erfolgte über einen Plexiglasstab der über ein Spindel angetrieben in den Hohleiterresonator eintauchte. Diese Gunn-Plexer Version war noch nicht für eine separate Varaktordiode ausgelegt und war nur mit dem Gunn Element und einer Mischdiode ausgerüstet. Die Feinabstimmung der Arbeitsfrequenz wurde durch geringfügige Veränderungen der GUNN Versorgungsspannung durchgeführt.

Das GUNN Element war im hinteren Teil des Resonatorraums untergebracht während die Mischdiode weiter vorn am Hohlleitereingang positioniert wurde. Ein Teil des vom GUNN Element erzeugten HF Signals wurde in davor angeordnete Mischerdiode eingekopplet. Dies führte zu der Bezeichnung "Durchblasemischer" da ein Teil der vom GUNN Element erzeugten HF Energie für die Mischdiode als LO Signal abgezweigt wurde. Die Antenne wurde an der offenen Seite des Resonators angeflanscht.




9GHz Bewegungsmelder von Mullard

Die fallweise als Surplus Material erhältlichen Bewegungsmelder und Radardetektoren ließen sich in gleicher Weise modifizieren und als 3cm WBFM transceiver einsetzen. siehe Bilder: Solfan & Mullard

Der GUNN-Plexer von AEI

In Folge kamen immer bessere GUNN Module auf dem Markt. Diese Geräte, grundsätzlich auch für den Einsatz als Bewegungsmelder konzipiert, wurden von den Mikrowellen Amateuren sofort für deren Zwecke adaptiert und als 3cm WBFM GUNNPlexer eingesetzt. Der Vorteil dieser Geräte war der Umstand dass diese als funktionsfähiges "Package" meist bereits mit einer Antenne (Rechteckhorn) angeboten wurden und daher der Einsatz als 3cm WBFM Transceiver technisch nicht besonders anspruchsvoll war. Es entfiel damit die etwas mühsame mechanische Anfertigungund das Gerät musste nur mehr auf die Amateurfunkfrequenz von 10.500 MHz abgestimmt werden.

Bedingt durch die Verfügbarkeit von "fertigen" GUNN-Plexern stieg die Akzeptanz und das Interesse für das 3cm Band in Amateurkreisen schlagartig an. In den späten 70er und Anfang der 80er wurden viele Baubeschreibungen in DL, UK und USA veröffentlicht wobei sich das Hauptaugenmerk dann nur mehr auf die ZF Schaltung, dem Modulator, der AFC und der Antenne richtete.

**Die typischen Kenndaten einer 3cm GUNN-Plexer Station aus damaliger Zeit sind:**

```
Frequenzbereich:       10.000 bis 10.500MHz
Ausgangsleistung:        10 bis 20mWatt (+10 bis +13dbm)
Frequenzhub:                100 bis 250KHz
RX Rauschzahl:                12db
ZF Frequenz:                30MHz (fester Duplexabstand)
ZF Bandbreite:                300 bis 500KHz
RX Sensitivity:        4microVolt (-95dbm)bei 12dbS/N
Antennengewinn:        17db (Hornantenne)
```

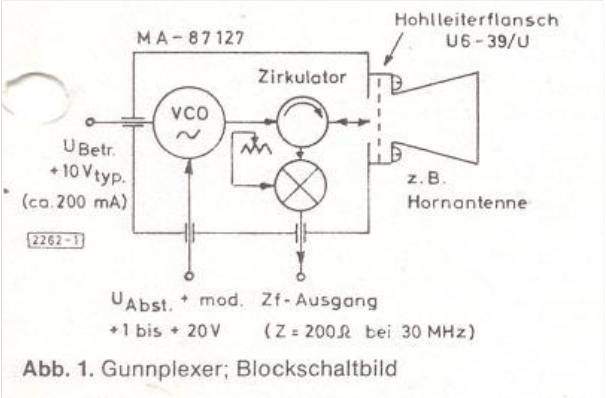
Der „System gain“ einer solchen Einrichtung (bei 12dbS/N)beträgt daher 10+95 = 105db. Das „Link Budget“ für 12dbS/N beträgt somit 2*17+10+95 = 139db. Zwei gleich ausgestattete Stationen konnten somit bei ca. 12db Signal-Rauschabstand (S/N) eine Funkstrecke von ca. 50km überbrücken. Voraussetzung ist natürlich ein „line of sight“ Pfad (LOS), erweitert um eine freie Fresnelzone.

Es dauerte nicht lange bis die Rechteck–Hornantennen durch Parabolantennen und die zum Teil unempfindlichen Original Mischerdioden durch besser Dioden vom Typ 1N23E ersetzt wurden. Mit dieser Mischdiode konnte die System-NF auf unter 10db gedrückt werden. Parabolantennen mit ca. 48cm Durchmesser (z.B. Procom) haben einen Gewinn von ca. 30db, das bedeutet gegenüber der Hornantenne eine Steigerung der Strahlungsleistung (ERP) von mehr als das dem 20fachen. (+13db)

Allerdings kam nun ein weiterer Aspekt hinzu, die Erhöhung der Strahlungsleistung wurde mit einem kleineren Öffnungswinkel der Antenne (im Azimut als auch in der Elevation) erkauft. Hatte das 17db Horn noch einen 3db Öffnungswinkel von ± 22°, so verengte sich der 3db Öffnungswinkel beim 48cm Parabol im 3cm Band auf ± 4,8°. Damit wurde die Antennenausrichtung zur Gegenstation eine weitere Herausforderung an die Operatoren und ist es bis heute auch geblieben.

Das „Link Budget“ wird jedoch bei beidseitiger Verwendung von 48cm Parabolantennen auf 2*30+10+95 = 165db gesteigert. Damit könnte theoretisch eine Entfernung von ca. 700km überbrückt werden, allerdings ein "line of sight" (LOS) Pfad wegen der Erdkrümmung terrestrisch nicht möglich.

**Der GUNN-Plexer MA-87127**



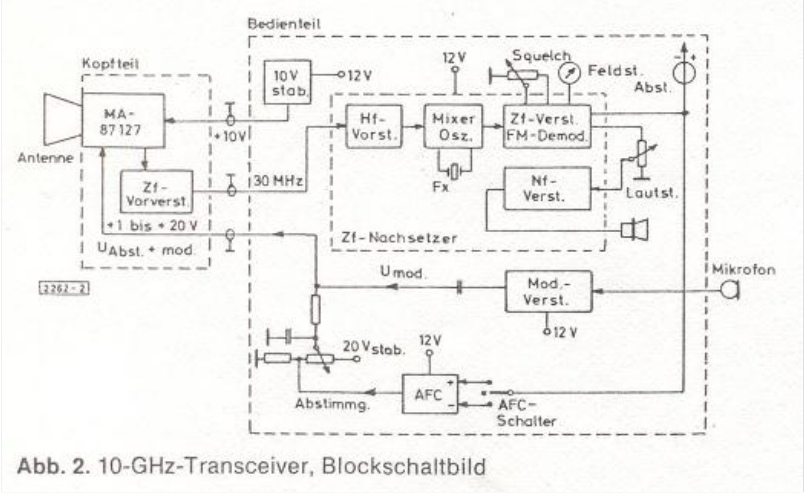
Blockschaltbild MA87127

Dieses Modul der Firma Microwave Associates Inc. war der Renner unter den kommerziell erhältlichen GUNN-Plexer.

Das Modul wurde anschlussfertig und mit einem 17db Rechteckhorn geliefert, damit entfielen die Mechanischen und Messtechnischen Anforderungen und man konnte ohne spezielle Kenntnisse der Mikrowellentechnik auf dem 3cm Band QRV werden.

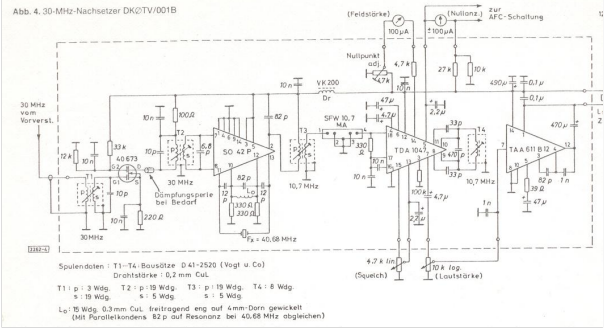
Der Aufbau des MA 87127 bestand aus einem Hohlleiterresonator mit den Innenmaßen eines WR90 Hohlleiters, dem eingebauten GUNN Element, einer mechanischen Grob-Frequenzeinstellung (Schraube), einem Zirkulator zur Entkopplung des Sende und Empfangspfades, einer Mischdiode und einer Varaktordiode welche für die Frequenz-Feinabstimmung und für die Modulation verwendet wurde. Für die richtige Entkopplung zwischen Mischdiode und dem Gunn Element sorgte ein eingebauter Ferrit Isolator, weiters war der hinten liegende Resonatorrraum mit einer im Hohlleiter angeordneten Iris (Lochblende) zusätzlich entkoppelt was die Frequenzstabilität des freischwingenden GUNN Oszillators um einiges verbesserte.

Als ZF Frequenznorm hat sich nach langen Hin und Her eine ZF-Frequenz von 30 MHz durchgesetzt. Der Frequenzhub wurde auf 75 bis 100KHz Spitzenhub zurückgenommen, damit konnte im Empfänger eine 2.te ZF von 10,7MHz mit „schmalen“ Keramikfilter aus UKW Rundfunkgeräten, eingesetzt werden.

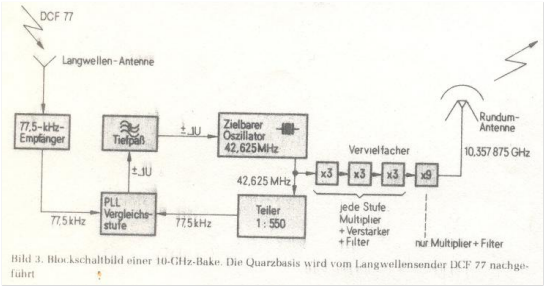



Blockschaltbild 3cm WBFM Transceiver mit MA87127

Nachteilig war, dass diese



30MHz ZFStufe

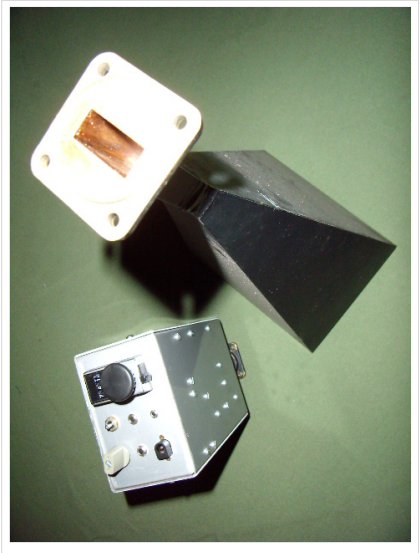



Anbindung an eine DCF77 Referenz

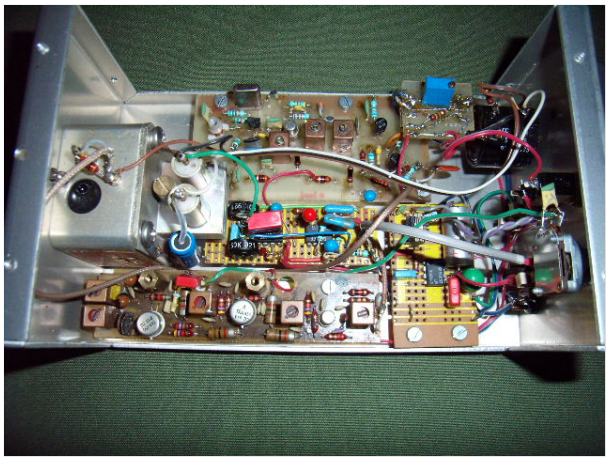
Systeme nur in FM moduliert werden konnten und Schmalbandbetrieb auf Grund der auf 10 GHz freischwingenden Oszillatoren nicht möglich war. Der MA 87127 wurde mit einer relativen Frequenzstabilität von 3,5 * 10¯5 /°C angegeben. Das bedeutet in der Praxis eine Frequenzdrift von ca. 350 KHz für eine Temperaturänderung um 1°C. Der Einbau einer AFC war daher unumgänglich. Die AFC konnte zwar das Problem der absoluten Frequenzunstabilität nicht verhindern, jedoch erlaubte es die Anbindung der einen Station an die Gegenstation. Damit wurde das Auseinanderdriften vermieden. Trotzdem war es erstmals mühsam das Signal der Gegenstelle überhaupt zu finden. Man überlegte diverse Konzepte um die freilaufenden GUNN Oszillatoren an eine Referenz anzubinden. In DL wurden Anbindungen von 3cm Frequenzbaken an die DCF77 Referenzfrequenz durchgeführt. Damit die AFC einwandfrei funktionierte (Fangbereich) brauchte man ein Nutzsignal dass im Empfänger einen Signal/Rauschabstand von ca. 20db S/N lieferte. Die AFC durfte natürlich nicht auf den hohen Hub der Frequenzmodulation ansprechen.

Das Bild links zeigt Front und Rückseite der beiden 3cm Gunnplexer von OE3WRA. Die Antennen sind mit Kunststofffolie gegen Wind und Feuchtigkeit geschützt. Die Antenne ist direkt mit dem MA87127 Gunnplexer verschraubt. Hier wurden bereits Normflansche passend für WR90 vorgesehen was diverse Messungen mit kommerziellen Meßgeräten wesentlich erleichterte. Die Steuerung des Transceivers, ZF Stufe und Modulator befinden sich im unten angebrachten

Blechgehäuse. Auf der Frontplatte befinden sich die Anschlüsse für Mikrophon, Kopfhöhrer, etc. Mit dem 10Gang Poti wurde die Abstimmspannung für die Varaktordiode eingestellt und wurde auf einem der drei an der Frontplatte befindlichen Instrumente angezeigt. Einmal kalibriert, diente diese dann als grobe Frequenzanzeige. Auf Grund der relativ großen Öffnungswinkel der 17db Rechteckhörner war die Einstellung der Antennnerichtung (Azimut & Elevation) nicht besonders kritisch und man konnte ohne Antennendreheinrichtungen im Portabel Betrieb auskommen.



Das Bild links zeigt einen 3cm WBFM MA87127 Gunnplexer von OE3WOG, anstelle des Instruments wurde am 10 Gang



Potentiometer ein 3stelliges mechanisches Zählwerk
angeordnet. Für die Einstellung der Frequenz war eine Tabelle notwendig. Das Rechteckhorn ist aus Weißblech angfertigt und sollte rechnerisch ca. 27db Gewinn aufweisen. Das Bild rechts zeigt den Innenaufbau des Gunn Transceiers mit dem MA87127 und der Umsetzung von 30 MHz ZF auf eine 10,7MHz ZF Stufe. Ganz links befindet sich der GUNN-Plexer, auf der Bodenplatte sind der 30 MHz Konverter, die 10 MHz ZF, der Modulator und die NF Stufe angeordnet.

**Die nächste (Transverter) Generation**

Im Jahre 1977 stellte Claus Neie, DL7QY im Dubus Magazin einen Selbstbau Schmalband Transverter für das 3cm Band vor. Dieser Transverter war in der Herstellung eine hohe technische Herausforderung. Als Nachsetzer wurde eine ZF von 1.296MHz (23cm Band) gewählt, nachdem in dieser Zeit keine 23cm Allmmodegeräte verfügbar waren musste auch in der ZF Ebene ein Transverter eingesetzt werden um Schmalbandbetrieb in SSB/CW/NBFM durchführen zu können. Als Endstufe wurde noch eine Wanderfeldröhre verwendet. Sämtliche anderen Funktionsstufen waren bereits mit Transistoren bestückt. Dieser Transverter "Urahn" war auf Grund seiner Komplexität zwar für den Serienbau nicht geeignet, zeigte jedoch das mögliche Potential. Gegenüber den WBFM Systemen war nun eine Leistungssteigerung von ca. 30db möglich. Weitere Transverter mit Halbleiterbestückung wurden durch einzelne Funkamateure und von Firmen (SSB-Electronic, Kuhne electronic, G3WDG, DEMI, etc.) in DL, UK und in den USA entwickelt und in diversen Radio Magazine (Dubus, UKW-Berichte, QST, etc.) vorgestellt. Diese Konzepte läuteten das Ende der GUNN-Plexer Ära ein.

Text von OE3WOG

weiter >>

zurück zu Das Reflexklystron

zurück zu Die Entwicklung der Mikrowelle im Amateurfunk

# Galerie

**Liebe Mikrowellenfreunde,**

Auf dieser Seite sollen Eure aktuellen Mikrowellen Projekte, Geräte, Antennenanlagen dargestellt werden. Dazu benötige ich Texte, Berichte, Dokumentationen, Zeichnungen, Bilder oder Audio Dateien, die ich dann unter der Nennung des Rufzeichens auf diese Seite stelle. Dateien in jpg. jpeg. gif. doc. pdf. oder wav. Format per email an: oe4wog@oevsv.at. Damit soll der jeweils aktuelle Stand der Technik im Bereich Mikrowelle im Amateurfunk vermittelt werden und zur Animation beitragen.

**Hier die einfache 10GHz Ausrüstung von Mike, OE3MZC, für Regenscatter:**

Kuhne Transverter MKU10G3-294 (von 10.368GHz auf 146MHz) Output 200mWatt

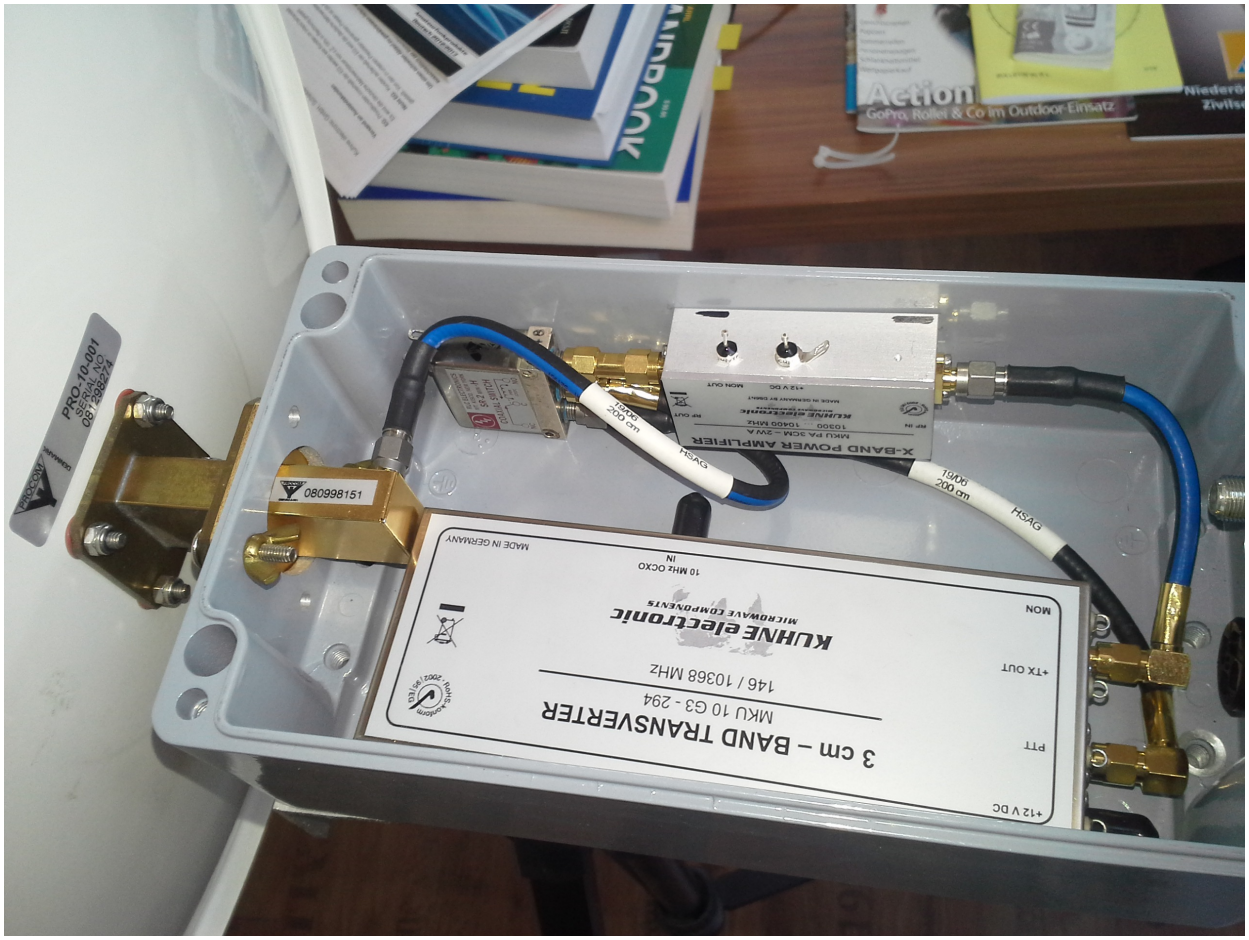
Kuhne PA MKU-PA3cm-2W A (0,2W in bei 2 Watt out)

Sende-Empfangsumschaltung mit Sequenzer SEQ2

Antennen-Relais SR-2 min-H von RLC-Electronics

Procom 45cm Spiegel mit Hohlleiterübergang-SMA

YAESU FT-817 (modifiziert mit 8Volt an BNC-Buchse bei TX)


Action
GoPro, Rollei & Co im Outdoor-Einsatz
X-BAND POWER AMPLIFIER
080998151
3 cm – BAND TRANSVERTER
MKU 10 G3 - 294
146 / 10368 MHZ
KUHNE electronic
MICROWAVE COMPONENTS
+12 V DC
PTT
+TX OUT
MON
MADE IN GERMANY

zurück zu Einleitung Mikrowelle

## Leser Forum

Liebe Leser, dear reader,

Diese Seite ist Euren Inputs, Fragen, Feedback, Anregungen gewidmet. Ich ersuche um zahlreiche Zuschrift(en) per email an: oe4wog@oevsv.at und hoffe diese hier veröffentlichen zu dürfen. Jede Zuschrift wird beantwortete und ebenfalls auf dieser Seite veröffentlicht.

zurück zur Einleitung Mikrowelle

# Links

## Amateurfunkverbände

- OE: Österreichischer Versuchssenderverein (ÖVSV)
- DL: Deutscher Amateur-Radio-Club e.V. (DARC)
- CH: Union Schweizerischer Kurzwellen-Amateure (USKA)
- GB: Radio Society of Great Britain (RSGB)
- US: American Radio Relay League (ARRL)

## Zeitschriften

- Zeitschrift "Funkamateur"
  Gemäss eigener Beschreibung: "Fachzeitschrift für Amateurfunk, Elektronik und Funktechnik"
  Zeitschrift im A4-Format aus Deutschland, auch mit Informationen aus Österreich und Schweiz.
- Zeitschrift "Funk-Telegramm"
  Zeitschrift im A5-Format mit News und Klatsch rund um den Amateurfunk in Deutschland sowie mit einzelnen Fachbeiträgen.

## HAMNET Organisationen

- HAMNET in OE1
- HAMNET in DL (Link zum Artikel beim notfunkwiki-de)
- HAMNET in Italien
- HAMNET in Südtirol
- HAMNET in Ungarn
- High-speed multimedia radio (Link zum Artikel bei Wikipedia, englischsprachig)

## Batterien

http://www.shoraipower.com sehr leichte LiFe Batterie für portabel Betrieb

http://www.akkushop-austria.at/at/akkus/akku-fuer-funkgeraete/

## Bauteile

### Stecker und Kabel

http://www.rosenberger.de/ Rosenberger
http://www.hubersuhner.ch Huber&Suhner
http://www.minibend.com/ Minibend

### Quarze

http://www.kvg-gmbh.de KVG Quartz Crystal Technology GmbH

### Gehäuse

Biritz Gmbh Einzelfertigung, feinmechanische Werkstätte
Schaeffer AG - Frontplatten Aluminium Verarbeitung

### HF Bauteile

http://minicircuits.com Hier bekommnt mann fast alles

### Lieferanten

http://www.municom.de Municom (Deutschland)
http://www.parzich.de/ Parzich (Deutschland)
http://www.omecon.de/ Omecon (Deutschland)
http://www.tactron.de/ Tactron (Deutschland)
http://www.rocelec.com/ Rochester Electronics

### Komponenten für Kurzwelle

Vakuum Drehkondensatoren http://www.omnicor.com/
Röhren http://qro-parts.com/

## Messgeräte

http://www.rohde-schwarz.com/ Qualität aus Deutschland
https://www.keysight.com/at/de/home.html Keysight Technologies (ehemals Hewlett Packard, ehemals Agilent)
http://www.optoelectronics.com/ Optoelectronics

## 70MHz Links

http://www.70mhz.org The Four Metres Website
http://rudius.net/oz2m/70mhz/transverter.htm Link zu OZ2M website (4m Transverter nach OE9PMJ)
http://ha1ya.config.hu/transverters.htm Link zu HA1YA Transverter
http://www.kuhne-electronic.de/ Kuhne Electronic DB6NT Transverter
http://www.qsl.net/i0jx/tentec_e.html Link zum TenTec Umbau nach I0JX
http://www.spectrumcomms.co.uk/amateur.htm Link zu SpectrumCommunications

## WSPR \- Weak Signal Propagation Reporter

http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/ Software
http://wsprnet.org Weak Signal Propagation Reporter Network
http://www.w6cqz.org/ Gute Tipps zu WSPR QSO Mode

## SDR Software Defined Radio

http://users.skynet.be/myspace/mdsr/ TX und RX SDR Bauanleitungen und Software
http://dj9cs.raisdorf.org/SDR-SoftRock-05.html SDR Softrock 6.x
http://groups.yahoo.com/group/softrock40/ - Softrock (USA)
http://www.dxatlas.com/Rocky/ - SDR software for the SoftRock radio
http://softrock.raisdorf.org eine sehr interessante SDR Page von DJ9GS
http://www.flex-radio.com - FlexRadio Sytems (USA) SDR-1500; SDR-3000; SDR-5000
http://www.sdrtec.com/ SDT Technologies
http://openhpsdr.org/ - HPSDR Projekt
http://www.hpsdr.eu/ - HPSDR Baugruppen aus DL
http://www.darc.de/distrikte/l/02/lima-sdr/ - Lima-SDR Selbstbauprojekt des DARC e.V. Ortsverbandes Duisburg.

## Links zu Diplomseiten\:

ARRL Diplome http://www.arrl.org/awards/

## Links zu Selbstbauprojekten\:

K1EL Bausätze
ON6MU - everything a radio amateur needs to build by ON6MU (Englisch)
AATIS Deutschland - tolle Organisation, um schon Schüler mit dem Virus Selbstbau zu infizieren
Selbstbauseite von OE5 - eine der besten Seiten, die wir in OE zu bieten haben!
American QRP Group - tolle Kits, aber sehr schnell ausverkauft
BeeLine GPS - alles was man für APRS so brauchen kann
Selbstbau im DARC OV Nienberge
DL QRP AG
Elecraft - ich denke, mehr muß man da gar nicht sagen
DL2FZN - Tolle Selbstbauseite von DL2FZN
Avr Microcontroller im Ham Shack
Selbstbau im ADL 701
Interessante Projekte von OM DC1YB
QRP Projekt - die Shopping Seite der DLQRP AG
SM5ZBS - Ausgezeichnete Linksammlung
Großartige Wattmeter Bausätze
Juma - Direct Conversion HF Transceiver with DDS by OH2NLT and OH7SV
http://www.wolfgang-wippermann.de/ Interessante Seite zum Selbstbau
http://www.darc.de/distrikte/l/02/lima-sdr/ - Lima-SDR Bastelprojekt des DARC e.V. Ortsverbandes Duisburg.

## Links zum Thema CW

### Morsen lernen

Online Morsen Lernen http://lcwo.net/
Der Morsecode http://de.wikipedia.org/wiki/Morsecode
Just learn Morsecode http://justlearnmorsecode.com/
Die Kunst der Radiotelegrafie http://www.seefunker.de/Kunst-N0HFF.html
Telegrafie Homepage von DK5KE http://www.qsl.net/dk5ke/
PC-Magazin http://www.pc-magazin.de/internet/surftipps/Recreation/Radio/Amateur/Morse_Code

### CW Klubs

OE-CW-G: Österreichische CW-Group http://www.oecwg.at/
AGCW-DL: Arbeitsgemeinschaft Telegrafie e.V. http://www.agcw.org/
Deutscher Telegrafie Club http://www.muenster.org/dtc/
Helvetia Telegraphy Club http://www.htc.ch/
FISTS http://www.fists.org/
Radio Telegraphy High Speed Club http://www.hsc.de.cx/
First Class CW Operators Club http://www.firstclasscw.org.uk/
High Speed Club http://www.highspeedclub.org/

### Morse Software

CW Kontest Trainer/Simulator http://www.dxatlas.com/MorseRunner/
CW Rufzeichen und Geschwindigkeitstraining RufzXP http://www.rufzxp.net/
Koch CW Trainer Version 9 http://www.g4fon.net/
App Morse-It (für iOS) https://apps.apple.com/at/app/morse-it/id284942940

### Morsetasten

Bencher http://www.bencher.com
Stampfl http://www.heinzstampfl.ch/
G4ZPY http://www.g4zpy.go-plus.net/g4zpy_index.htm
Schurr - Bergsiek http://www.bergsiek-morsetasten.de/
Vibroplex http://www.vibroplex.com/
Scheunemann http://www.scheunemann-morsetasten.de/

## Mikrowelle

Einführungsseite Microwave bei ARRL.

Kuhne Electronik http://shop.kuhne-electronic.de/ (Michael Kuhne, DB6NT)

GPS-Normal G3RUH http://www.jrmiller.demon.co.uk/projects/ministd/frqstd.htm

GPS Disciplined Oscillator bei SDR Kits https://www.sdr-kits.net/GPS-Disciplined-Reference-Oscillator-for-DG8SAQ-VNWA

Mikrowellen Infos auf W1GHZ.org by Paul Wade, N1BWT

## Contest Seiten

### KW

ARRL (American Radio Relay League) Conteste http://www.arrl.org/contests/
CQ World-Wide DX Contest http://www.cqww.com/
DARC Contest Seite http://www.darc.de/referate/dx/fgd.htm
IARU HF Championship http://www.arrl.org/iaru-hf-championship

### UKW

Alpe Adria Contest (I, S5, 9A, OE) http://www.alpe-adria-contest.net/
IARU VHF/UHF/SHF Contest http://iaru.oevsv.at/
VHF / UHF und Mikrowellen Aktivitätscontest https://www.oevsv.at/funkbetrieb/contests-wettbewerbe/contestsaktivitaet/

## Contest Programme

### Kurzwelle

Win-Test http://www.win-test.com/
N1MM Logger+ https://n1mmwp.hamdocs.com/
N3FJP http://www.n3fjp.com
UcxLog von DL7UCX http://www.ucxlog.org

### UKW

UKW Kontest Programm von OE5KRN http://saigacontest.gmxhome.de/

## Funkgeräte und Zubehör

### Allgemein

Interface, Soundcard und vieles mehr zwischen Funkgerät und Computer http://www.microham.com/
Bandpassfilter http://www.dunestar.com
Alle arten von Filter, http://www.iceradioproducts.com

### Funkgeräte- Hersteller

ADAT http://www.adat.ch
YAESU http://www.yaesu.com
ICOM (Europe) http://www.icomeurope.com/
Elecraft http://www.elecraft.com
Kenwood http://www.kenwood.de/products/comm/
TenTec http://www.tentec.com/
FlexRadio http://www.flex-radio.com/
Codan http://www.codan.com.au
QMAC http://www.qmac.com

## Endstufen

ACOM http://www.hfpower.com/
Emtron http://www.emtron.com.au/amplifiers.php
Tokyo High Power http://www.tokyohypower.com/
Ameritron http://www.ameritron.com/
Transverter, Vorverstärker, Endstufen, Zubehör http://www.kuhne-electronic.de/
Beko UKW Endstufen http://www.beko-elektronik.de/
I0JXX Endstufen http://www.i0jxx.com/

## Antennentuner

HEINZ BOLLI AG http://www.hbag.ch/
LDG Electronics http://www.ldgelectronics.com/
MFJ http://www.mfjenterprises.com/
SGC http://www.sgcworld.com/
Verschiedene Koppler http://www.dc4jg.de/
Palstar - Tuner, SWR Meter, Empfänger http://www.palstar.com/

## Maste

Portable Maste http://www.clarkmasts.ch
Masten für den Fahrzeugeinbau http://www.geroh.de
Pneumatische Teleskopmaste http://www.big-lift-vertrieb.de/

## Antennen

SteppIR http://www.steppir.com/
M2 Antenna Systems, Inc http://www.m2inc.com/
Cushcraft http://www.cushcraft.com/
Optibeam http://www.optibeam.de/
RAC http://www.rac.it/<
Bencher Antennen (Butternut) http://www.bencher.com

## portable Antennen

Budipol http://www.buddipole.com
Ultra kompakte, portable Kurzwellen-Yagi Antennen http://www.spiderbeam.net

## Lieferfirmen

UKW Antennen und Zubehör http://www.ukw-berichte.de/
WIMO http://www.wimo.com
Hofi - Versatower - Fritzel Antennen http://www.hofi.de/

## Lieferfirmen in Österreich

funk-elektronic http://www.funkelektronik.at
IGS Electronic Schmidbauer http://www.igs-electronic.at
Funktechnik Böck http://www.funktechnik.at

Point electronics http://www.point.at/
Propagation Ideas and Solutions http://www.pidso.at/
Krenn Hochfrequenztechnik GmbH (Kabel & Stecker) http://www.krenn.at
Entwicklung, Produktion elektronischen und hochfrequenztechnischen Komponenten http://www.rft.at/
X-Test http://www.xtest.at/

## Digitale Betriebsarten \- Links

Siehe Digitale Betriebsarten.

### Software

MixW Windows-Software für viele digitale Betriebsarten, mit CAT-Interface zur Transceiver-Steuerung, Interface für externes TNC, Rotorsteuerung, inkl. Logbuch mit intelligenter Call-Interpretation, usw.

### Infos, Tips, usw.

HF-Fax.de Infos über viele digitale Betriebsarten
Seite von ZL1BPU "Die offizielle MFSK-Website"
Seite von EA2BAJ " Die offizielle PSK31-Webseite"
Seite vom KB4YZ Seite über SSTV mit vielen Infos und einigen Programmen für SSTV
Seite von G3PPT Seite mit vielen Infos über THROB

## Links für D-STAR

- ircDDB Status
- D-Star HOT SPOT
- Alle D-STAR Repeaters auf der Welt
- D-STAR (ICOM Radio Club - OE1XDS)
- ICOM Inc. (D-STAR Video)
- D-STAR Handbuch von DM7DR (herzlichen Dank!) (.pdf-File)
- Erfahrungsbericht von DL1JU (beschreibt auch die Probleme)
- Einführung von HB9DWW (.pdf)
- D-STAR Einführung (Amateurfunk-Digital.de)
- D-STAR für Spezialisten (ARRL/ .pdf)
- D-STAR Wikipedia
- Repeater Directory
- Taunus Relais Gruppe
- DPRS (APRS Digital)
- APRS mit D-STAR Geräten (von DJ7OO)
- D-Chat (Chatprogramm von NJ6N)
- http://www38.quickweb.kunde.sserv.de/d-star/ Informationsseite zu D-STAR von Icom Europe
- http://www.intermar-ev.de/pages/body_home_com_dstar.html APRS-Echolink-D-Star Projekt von Intermar e.V.
- http://www.amateurfunk.de/magazin/2007/08/DStar-Datenbank.php D-Star Benutzer- und Relaisdatenbank für den europäischen Raum

- http://www.dvsinc.com Seite des Entwicklers und Copyrightinhabers der AMBE Chips, Fa. Digital Voice Systems Inc. *(Englisch)*
- http://d-star.dyndns.org/rig.html.en Homepage des Selbstbauprojektes DV-Mode Adapter using UT-118 *(Englisch)*
- http://www.moetronix.com/dstar/ Homepage des Selbstbauprojektes Digital Voice Transceiver Project *(Englisch)*
- http://www.arrl.org/tis/info/digivoice.html Seite der ARRL zum Thema Digitale Sprachübertragung *(Englisch)*

## Links für APRS

### APRS Informationsseiten

- http://aprs.org Homepage des APRS Vaters Bob Bruninga, WB4APR (englisch)
- http://info.aprs.net/ APRS Wiki (englisch)
- http://www.aprs-dl.de/ APRS Informationsseite in DL (sehr umfassend, viele Tipps)
- http://www.aprs-frankfurt.de/ APRS Frankfurt (sehr gute Seiten)
- http://www.aprs2.net/ Informationsseite des APRS-IS Tier2 Netzwerks
- http://www.intermar-ev.de/pages/aprs.html APRS auf Kurzwelle
- http://aprs.qrz.ru APRS in RUSSIA
- OM3KII: APRS in Slovakia Info auf youtube

### APRS Hardware

- http://www.argentdata.com/products/otplus.html OT1+ Ein günstiger Einstieg in APRS
- http://www.argentdata.com/products/tracker2.html Argent Data Systems - Tracker2
- http://www.byonics.com/ Byonics - TinyTrak
- http://www.hinztec.de/Sites/ProdukteAnyfrog.htm Hinztec - Anyfrog
- http://www.scs-ptc.com/controller.html SCS Tracker / DSP TNC
- http://www.landolt.de/info/afuinfo/lc-trak.htm Landolt - LC-Trak plus
- http://www.qsl.net/g4wpw/date.html Steckerbelegung für fast alle Funkgeräte

### APRS Trackingseiten

- http://aprs.fi Die mittlerweile populärste Website um Stationen zu tracken
- http://www.jfindu.net/router.aspx/ Finde eine Station: (jFindu)
- http://www.db0anf.de/app/aprs APRS Tracking Seite in DL
- http://france.aprs2.net Gute Tracking Seite am französischen T2 Server
- https://aprskml.dev.java.net/ APRS Stationen in Google Earth anzeigen
- http://www.cplus.org/rmw/english1.html APRS Stationen mit Radiomobile anzeigen

### APRS Software\: AGW Packet Engine

- http://www.agwtracker.com/ AGWTracker Homepage
- http://www.sv2agw.com/ham/default.htm AGW Homepage
- http://www.lukas-reinhardt.net/data/aprs/configs/agwpe/config_agwpe.html Anleitung für AGW Packet Engine

## APRS Software

### APRSmap

- http://aprsmap.oevsv.at/ Neuer APRSmap Client von OE5DXL

### UI-View32

- http://www.ui-view.org/ UI-View32 Homepage
- http://www.mapability.com/ei8ic/index.html?http&&&www.mapability.com/ei8ic/aprs/uiview/ Karten für das Programm UIview: (eine Möglichkeit von vielen)
- http://www.pa7rhm.nl/ UI-View Karten aus dem Web selbst erstellen: PA7RHMsvr Mapserver
- http://wa8lmf.net/miscinfo/UIview-MySymbols-RevH.zip Aktualisierte Symbole für UI-View32
- http://wa8lmf.net/aprs/UIview_Notes.htm Gute Hinweise und Addons für UI-View32 (englisch)

### XASTIR

- http://www.xastir.org/ XASTIR Homepage

### APRS Software: Diverse APRS Software

- http://www.winaprs.com/ WinAPRS Homepage
- http://www.hinztec.de/ TrackON Homepage

### Software für Windows CE / Windows Mobile

- http://www.aprsce.com/ APRS/CE Homepage
- http://www.agwtracker.com/ppc.htm AGWTracker PPC Homepage
- http://www.kh-gps.de/aprsdec.htm APRS-Positionsauswertung

### Basissoftware

- http://www.java.com/de/download/manual.jsp Java Downloadseite

## APRS Message Gateways

- http://www.winlink.org/aprslink Winlink Mail lesen/senden aus APRS (auch mit dem Mobilgerät)
- http://www.vk3.aprs.net.au/aprs_email_sms.htm E-Mail aus APRS senden
- http://www.findu.com/cgi-bin/entermsg.cgi? APRS Message aus dem WEB senden

## Anzeigebeispiele in OE

- Stationen im Umkreis von Wien mit jFindu
- Anzeige APRS Aktivität in OE am aprs.fi Server

## Grundlagen

- http://patmedia.net/ralphmilnes/soundcardpacket/6modes.htm#300%20baud FSK - Töne in Packetradio (eine Erklärung)]
- http://info.aprs.net/wikka.php?wakka=SmartBeaconing Wie verwende ich Smart - Beaconing

## Andere vergleichbare Netzwerke

- http://www.propnet.org/ Propagation Network (PSK31) auch mit OpenTracker+ möglich

## EchoLink Links

www.echolink.org Seite von Jonathan Taylor, K1RFD, dem Entwickler von EchoLink. Download von EchoLink, EchoLink Proxy, etc.
www.echolink.at Seite von Fred, OE3BMA, auf ÖVSV-DV Server
www.echolink.eu Seite von Fred, OE3BMA, Mirror von echolink.at
ham.darc.de/echolink/ EchoLink-Seite des DARC
www.satszene.ch/hb9dww/echolink/portal.htm Seite von Peter, HB9DWW, umfangreichste Page im deutschen Sprachraum

## ATV Links

ID-Elektronik http://www.id-elektronik.de

http://www.agaf.de AGAF - Web-Infos zu ATV, DATV, SSTV, Fax und HAMNET

http://agaf-ev.org/atv-relais-liste/ AGAF - aktuelle deutsche ATV-Relaisliste, einige Webcams

https://amsat-dl.org/eshail-2-amsat-phase-4-a-qatar-oscar-100/ WB-Transponder von QO-100 wird vollständig für DATV genutzt

https://eshail.batc.org.uk/wb QO-100-Web-RX des BATC, DATV-Spektrum und Chat

## Packet Radio Linksammlung

**PR-Terminalprogramme:**

Paxon: Einfach zu bedienendes Packet Radio Terminalprogramm für Windows. Die Version 2.0 arbeitet zusammen mit einem TNC, oder einer Software Schnittstelle wie AGWPE oder FlexNet.

**PR-Schnittstellenprogramme:**

FlexNet: FlexNet bietet neben der bekannten Digipeater Software auch ein Schnittstellenprogramm für das lokale Terminalprogramm. Darunter auch Treiber für den Packet Radio Betrieb über die PC Soundkarte mit einer BAUD-Rate zwischen 300 und 9600.

AGWPE: Die SV2AGW Packet Engine, kurz AGWPE, bietet wie Flexnet ebenfalls zahlreiche Möglichkeiten, auch ohne TNC oder Hardwaremodem den PC samt Soundkarte für Packet Radio Terminals oder andere Programme zu nutzen.

## Die QSL Collection\:

Die QSL Collection http://dokufunk.org

## Nützliche Programme/Homepages:

http://f6fvy.free.fr/qthLocator/fullScreen.php Wo ist mein Locator
http://www.dj4uf.de/ Amteurfunklehrgang und viele Nützliche Tipps
http://beacons.cc-3.net// IARU Baken Liste

# Mikrowellen - Erstverbindungen

Erstverbindungen auf den Mikrowellen Frequenzbändern, gelistet nach alpabetischer Reihenfolge des Landes-Prefix.
Für weitere Berichte und Ergänzungen ersuche ich um Mitteilung per email an: Fred, OE8FNK, Referat Mikrowelle OEVSV, email: mikrowelle@oevsv.at

## Inhaltsverzeichnis


1 1.296 MHz – 23 cm ..... 72
2 2.320 MHz – 13 cm ..... 73
3 3.400 MHz – 9 cm ..... 74
4 5.760 MHz – 6 cm ..... 75
5 10.368 MHz – 3 cm ..... 76
6 24 GHz - 1.2 cm ..... 77
7 47 GHz - 6 mm ..... 78
8 76 GHz - 4 mm ..... 78
9 122 GHz - 2,5 mm ..... 79
10 134 GHz - 2,2mm ..... 79
11 241 GHz - 1,2mm ..... 79
12 Optischer Bereich ..... 79
13 214 THz - cca. 940 nm (IR A) ..... 79
14 394 THz - cca. 660 nm (rot) ..... 80

## 1.296 MHz – 23 cm

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9A | OE5VRL/5 | 9A2SB | 1992 10 04 |
| DL | OE2JG/P | DJ1CK/P | 1959 08 27 |
| E7 | OE5VRL/5 | YT4AM | 1991 07 07 |
| ES | OE5VRL/5 | ES2RJ | 2006 09 22 |
| EU | OE5VRL/5 | EW6FS | 2016 08 26 |
| F | OE9XXI/9 | F1EA | 1981 07 05 |
| G | OE2OML | G4BEL | 1974 01 21 |
| GI | OE2CAL | GI4OPH | 1987 11 04 |
| GW | OE5VRL/5 | GW4DGU | 2004 12 08 |
| GU | OE5VRL/5 | GW6EFB | 2019 12 29 |
| HA | OE1XA/3 | HG5AIR | 1978 10 07 |
| HB | OE5JFL | HB9RG | 1979 10 22 |
| HB0 | DF6TK/OE9 | HB0ABN /P | 1980 08 23 |
| I | OE6AP/8 | I3VS | 1974 09 28 |
| LA | OE3LFA | LA6LCA | 1983 07 31 |
| LX | OE9PMJ/9 | LX2LA | 1980 10 03 |
| LY | OE3XXA? LFA | LY2WR | 1991 |
| LZ | OE3XXA | LZ2FO | 1998 10 04 |
| OK | OE1JOW | OK3CDR | 1968 02 04 |
| OM | OE1KTC | OM3XI/P | 1993 10 02 |
| | | | 1980 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ON | OE9PMJ/9 | ON5GF | 03 |
| OZ | OE2CAL | OZ7LX | 1982 10 30 |
| PA | OE2OML | PA0JOU | 1974 01 21 |
| S5 | OE1KTC | S59DBC | 1993 03 06 |
| SM | OE2CAL | SM6HYG | 1982 10 30 |
| SP | OE1XXA | SP9AFI/9 | 1979 07 14 |
| TK | OE5VRL/5 | TK8R | 2008 10 05 |
| UA2 | OE5VRL/5 | RW2F | 2018 07 08 |
| UB5 | OE3RLC | UB5DAA | 1983 11 09 |
| Y2 | OE2CAL | Y23TI/P | 1984 06 10 |
| YL | OE5VRL/5 | YL3AG | 2012 10 20 |
| YO | OE1WRS | YO2IS | 1986 12 06 |
| YU | OE6KPG | YU3DL | 1976 10 03 |

Quellen: Es erfolgte hier die Weiterführung der Listen von OE3LI(sk), die aus folgenden Quellen stammt: QSP 1/2006 sowie OE1KTC / OE1DMB / OE5VRL/ OE1WWA/ OE2CAL/ OE3WOG / OE8FNK

## 2.320 MHz – 13 cm

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9A | OE3XKW | 9A2RK | 1997 10 04 |
| DL | OE2SA/P | DL1EI/P | 1959 10 10 |
| EU | OE5VRL /5 | EW1AA | 2016 08 26 |
| F | OE9XXI | F1AHO/P | 1984 07 07 |
| G | OE2CAL | G4CBW | 1985 10 13 |
| GW | OE5VRL /5 | GW3TKH | 2012 11 15 |
| HA | OE3XUA | HG8VF | ca. 10 /1987 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| HB | OE9XXI | HB9AJF/P | 1985 12 28 |
| HB0 | OE9XXI | HB0/OE1ERC /M | 1987 04 02 |
| I | OE6AP/8 | I4JED/4 | 1986 07 20 |
| LX | OE5VRL /5 | LX1DB | 2004 12 07 |
| LY | OE5VRL /5 | LY3A | 2016 08 26 |
| OK | OE3LFA | OK1AIY/P | 1982 10 02 |
| OM | OE5VRL /5 | OM3TTL/P | 1994 07 03 |
| ON | OE2CAL | ON5GF | 1984 10 16 |
| OZ | OE3LFA | OZ7IS | 1983 07 31 |
| PA | OE1ERC /9 | PE0MAR/P | 1983 07 03 |
| S5 | OE3XKW | S51ZO | 1997 06 08 |
| SM | OE3EFS /3 | SM7ECM | 1995 10 12 |
| SP | OE5VRL /5 | SO3EP | 1995 05 06 |
| TK | OE5VRL /5 | TK/F2CT | 2014 06 29 |
| UR (UB) | OE3A | UR7D | 2009 07 05 |
| YO | OE3A | YO2KDT/P | 2010 10 02 |
| YU | OE6AP | YU3DBC | 1985 10 19 |

Quellen: Es erfolgte hier die Weiterführung der Listen von OE3LI(sk), die aus folgenden Quellen stammt: QSP 1/2006 sowie OE1KTC / OE1DMB / OE5VRL/ OE1WWA/ OE2CAL/ OE3WOG / OE8FNK

## 3.400 MHz – 9 cm

| | | | |
|---|---|---|---|
| DL | OE2JOM /P | DL3MBG | 2015 08 09 |
| HA | OE5VRL /5 | HA8MV /P | 2015 10 01 |
| | OE5VRL | | 2015 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| G | /5 | M0GHZ | 23 |
| OE | OE5VRL /5 | OE2CAL | 2015 09 14 |
| OK | OE5VRL /5 | OK1AIY /P | 2015 09 01 |
| OM | OE5VRL /5 | OM3YFT | 2015 09 11 |
| PA | OE5VRL /5 | PA0BAT | 2015 10 03 |
| S5 | OE5VRL /5 | S51ZO | 2015 08 30 |
| SP | OE5VRL /5 | SP6GWB | 2015 09 15 |
| 9A | OE5VRL /5 | 9A2SB | 2015 08 30 |

## 5.760 MHz – 6 cm

| | | | |
|---|---|---|---|
| DL | OE3FLB /2 | DB6NT/P | 1981 08 09 |
| E71 | OE5VRL | E71EBS | 2009 06 07 |
| F | OE9MDI /9 | F0GOH/P | 1984 07 08 |
| G | OE5VRL /5 | G3XDY | 2004 12 06 |
| HA | OE3XUA | HA2RD/3 | 1989 09 24 |
| HB0 | OE9XXI | HB0/OE1ERC/M | 1987 04 03 |
| HB | OE9PMJ | HB9AJF/P | 1982 06 07 |
| I | OE9XXI /7 | IN3HER/IN3 | 1987 03 28 |
| OE | OE5VRL /5 | OE1KTC | 2001 02 18 |
| ON | OE5VRL /5 | OT5A/P | 2017 10 08 |
| LX | OE5VRL /5 | LX1DB | 2004 12 07 |
| LY | OE5VRL /5 | LY3A | 2016 08 26 |
| OK | OE3XUA | OK8ADY/P | 1985 09 05 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| OM | OE1KTC | OM3ID | 2001 07 31 |
| OZ | OE5VRL | OZ1FF | 2023 02 13 |
| PA0 | OE5VRL /5 | PA0BAT | 2000 06 11 |
| SM | OE5VRL /5 | SM7GEP | 2004 12 10 |
| SP | OE5VRL /5 | SP6GWB/P | 2001 05 05 |
| S5 | OE8MI/8 | S51WI/P | 1993 06 20 |
| TK | OE5VRL /5 | TK/F2CT,TK/F1FIH,TK5EP /P | 2014 06 29 |
| UR | OE5VRL /5 | UR7D | 2010 06 06 |
| YU | OE3XUA | YT2R | 1988 07 06 |
| 9A | OE5VRL /5 | 9A2SB | 2009 05 11 |

## 10.368 MHz – 3 cm

| | | | |
|---|---|---|---|
| DL | OE1RVW /7 | DC0MT/P | 1977 06 18 |
| E71 | OE5VRL | E71EBS | 2009 06 07 |
| F | OE9MDI/9 | F0GOH/P | 1984 07 08 |
| G | OE5VRL/5 | G3LQR | 1994 11 28 |
| HG | OE1WWA /3 | HG5AIR/2 | 1989 09 22 |
| HB0 | DF6TK /OE9 | HB0ABN/P | 1980 08 23 |
| HB | OE9HAJ/9 | HB9AJF/P | 1977 06 04 |
| I | OE8NTK/8 | I3DME/3 | 1977 09 17 |
| LX | OE5VRL/5 | LX1DU | 1996 06 07 |
| LY | OE5VRL/5 | LY3A | 2016 08 26 |
| | OE1RVW | | 1976 05 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| OE | /1 | OE1ABW | 01 |
| OK | OE3WLB/3 | OK1WAB/P | 1976 12 12 |
| OM | OE5VRL/5 | OM3LQ | 1999 05 02 |
| ON | OE5VRL/5 | OT5O | 1995 10 08 |
| OZ | OE5VRL/5 | OZ1FF/P | 2001 07 07 |
| PA0 | OE5VRL/5 | PE0MAR/P | 1995 10 08 |
| SM | OE5VRL/5 | SK7MW | 2001 07 07 |
| SP | OE5VRL/5 | SP6GWB/P | 1997 07 05 |
| S5 | OE8MI/8 | S51JN/P | 1993 06 06 |
| T7 | OE8MI/8 | T7/I4VXH | 1994 03 06 |
| TK | OE5VRL/5 | TK/F2CT,TK/F1FIH,TK5EP/P | 2014 06 29 |
| UZ | OE5VRL/5 | UZ5DZ | 2010 05 25 |
| YO | OE5VRL/5 | YO2BCT/P | 2014 07 05 |
| YU | OE6KPG/6 | YU3URI/3 | 1978 11 11 |
| 9A | OE8MI/8 | 9A2EY | 1994 06 19 |

## 24 GHz - 1.2 cm

| | | | |
|---|---|---|---|
| DL | OE2BM | DL8RAH | 1982 01 23 |
| HA | OE3LI/4 | HA1SR/p | 2006 05 22 |
| HB0 | OE9MDI/9 | HB0MMM | 1985 05 27 |
| HB | OE9MDI/9 | HB9MIO | 1984 11 04 |
| I | OE8MI/8 | I6ZAU/IN3 | 1985 09 08 |
| OK | OE5VRL/5 | OK1AIY/P | 1994 10 11 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| OM | OE1WWA /3 | OM1GX | 2005 08 14 |
| SP | OE5VRL/5 | SP6GWB | 2007 10 14 |
| S5 | OE1WWA /6 | S59W | 2006 05 15 |
| 9A | OE1WWA /6 | 9A1TA | 2006 05 15 |

## 47 GHz - 6 mm

| | | | |
|---|---|---|---|
| DL | OE9XXI/9 | DC/OE9YTV/P | 1989 05 26 |
| HA | OE9XXI/4 | HA2RD/1 | 1989 09 23 |
| HB0 | OE9XXI/9 | HB0/OE9YTV /P | 1989 05 28 |
| HB | OE9XXI/9 | HB9/OE9YTV /P | 1989 05 26 |
| I | OE9XXI/7 | IN3HER/IN3 | 1989 08 15 |
| OK | OE5VRL/5 | OK1AIY/P | 2006 11 07 |
| YU | OE9XXI/6 | YU3ZV/P | 1989 09 23 |
| 9A | OE4WOG /P | 9A5AA/P | 2016 05 07 |

## 76 GHz - 4 mm

| | | | |
|---|---|---|---|
| DL | OE9XXI/9 | DC/OE9YTV/P | 1989 09 10 |
| HA | OE9XXI/4 | HA2RD/1 | 1989 09 23 |
| HB0 | OE9XXI/9 | HB0/OE9YTV /P | 1989 09 09 |
| HB | OE9XXI/9 | HB9/OE9YTV /P | 1989 09 10 |
| HG | OE4WOG /P | HG5ED/P | 2016 03 05 |
| I | OE9XXI/7 | IN3HER/IN3 | 1989 09 22 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| OK | OE5VRL/5 | OK1AIY/P | 2008 05 24 |
| YU | OE9XXI/6 | YU3ZV | 1989 09 23 |
| 9A | OE4WOG /P | 9A5AA/P | 2016 05 07 |

## 122 GHz - 2,5 mm

| | | | |
|---|---|---|---|
| OE | OE3WRA/1 | OE3WOG/3 | 2009 05 20 |
| DL | OE3WOG/P | DL/OE5VRL /P | 2010 02 27 |
| HG | OE4WOG/P | HG5ED/P | 2016 12 16 |
| OK | OE3WOG/P,OE5VRL/5,OE/DL3MBG /P | OK1AIY/P | 2012 05 26 |

## 134 GHz - 2,2mm

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| DL | OE5VRL /2 | DB6NT | 2020 09 15 | 9.9km, QRG: 134928,2 Mhz |
| OE | OE5VRL /3 | OE/DB6NT/P | 2019 05 19 | |
| OK | OK1JHM /P | OE/OK1VRL /P | 2013 09 07 | |

## 241 GHz - 1,2mm

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| DL | OE5VRL /2 | DB6NT | 2020 09 15 | 9.9km, 241920,2 MHz |
| OE | OE2IGL /5 | OE5VRL/P | 2019 11 08 | |
| OK | OK1JHM /P | OE/OK1VRL /P | 2013 09 07 | |

## Optischer Bereich

## 214 THz - cca. 940 nm (IR A)

| | | | |
|---|---|---|---|
| OE | ? | ? | . |
| DL | OE9NAI /9 | DA5FA* | 2001 08 23 |

## 394 THz - cca. 660 nm (rot)

| | | | |
|---|---|---|---|
| OE | ? | ? | . |
| DL | OE /DA5FH** | DL6RK | 2001 06 26 |
| OK | OE1FFS/3 | OK2KQQ /p | 2009 05 22 |
| OM | OE3MZC/1 | OM2ZZ | 2007 01 19 |

```
*) Sonderrufzeichen f. DL7UHU  **) f. DL2CH
```

Einleitung Mikrowelle

Die Entwicklung der Mikrowelle im Amateurfunk

Mikrowellen DX Rekorde

# Mikrowellen DX Rekorde

Terrestrische Mikrowellen DX Rekorde, gelistet nach IARU Regionen, Fettgedruckte Kilometerangaben markieren den Weltrekord.
Für weitere Berichte und Ergänzungen ersuche ich um Mitteilung per email an: Fred Kuhnet, OE8FNK, Mikrowellen Manager und Mitglied des OEVSV Dachverbandes, email: oe8fnk@oevsv.at

## Inhaltsverzeichnis

1 5.760 MHz - 6 cm ..... 82
2 10.368 GHz - 3 cm ..... 82
3 24 GHz - 1,2 cm ..... 82
4 47 GHz - 6,4 mm ..... 82
5 76/77 GHz - 3,9 mm ..... 83
6 122 GHz - 2,5 mm ..... 83
7 134/136 GHz - 2,2 mm ..... 83
8 142/145 GHz - 2 mm ..... 83
9 241/248 GHz - 1,24 mm ..... 84
10 322 GHz - 0,93mm ..... 84
11 403 GHz - 0,74 mm ..... 84
12 411 GHz - 0,72 mm ..... 84

## 5.760 MHz - 6 cm

| IARU Reg. | DX (km) | call 1 | loc 1 | call 2 | loc 2 | mode | date |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1440 | OE5VRL /5 | JN78DK | SM3BEI | JP81NG | CW | 2004 04 21 |
| 2 | **3982** | N6CA | DM03TR | KH6HME | BK29GO | CW | 1991 07 29 |
| 3 | | | | | | | |

## 10.368 GHz - 3 cm

| IARU Reg. | DX (km) | call 1 | loc 1 | call 2 | loc 2 | mode | date |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **2696** | D44TXV | HK86NU | CT7/F6DPH /P | IM57OR | SSB | 2010 07 10 |
| 2 | 1460 | AD6FP | CM96WA | 4C2WH | DL34WT | SSB /CW | 2007 08 19 |
| 3 | | | | | | | |

## 24 GHz - 1,2 cm

| IARU Reg. | DX (km) | call 1 | loc 1 | call 2 | loc 2 | mode | date |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **710** | F2CT/p | JN13IQ | LX1DB | JN39CO | CW/RS | 208 06 24 |
| 2 | 543 | W5LUA | EM13QC | WW2R /5 | EM41HC | SSB /CW | 2002 09 07 |
| 3 | | | | | | | |

## 47 GHz - 6,4 mm

| IARU Reg. | DX (km) | call 1 | loc 1 | call 2 | loc 2 | mode | date |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 287 | F5CAU /P | JN24PD | F6BVA /P | JN12GM | SSB | 1998 12 26 |
| 2 | **343** | AD6FP | DM07BS | W6QI | DM04MS | SSB /CW | 2005 10 30 |
| 3 | | | | | | | |

## 76/77 GHz - 3,9 mm

| IARU Reg. | DX (km) | call 1 | loc 1 | call 2 | loc 2 | mode | date |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 228 | DL2AM/P | JN57IK | DL2GWZ /P | JN47AU | SSB | 2011 03 08 |
| 2 | 177 | W0EOM/6/AD6FP /6 | CM88QP | KF6KVG | CM97AD | CW | 2002 03 01 |
| 3 | **252** | KF6KVG | CM97DI | AD6IW | DM06MS | SSB /FM | 2013 06 13 |

## 122 GHz - 2,5 mm

| IARU Reg. | DX (km) | call 1 | loc 1 | call 2 | loc 2 | mode | date |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 55,2 | OE3WOG/P | JN77HX | OE5VRL /5 | JN78DK | CW /SSB | 2009 11 20 |
| 2 | 114 | WA1ZMS/4 | EM98UR | W4WWQ /4 | FM07FM | QRSS | 2005 01 18 |
| 3 | **132** | OE3WOG/OE3WRA/DL3MBG /P | JN67MR | OE5VRL /5 | JN68WS | CW | 2013 10 19 |

## 134/136 GHz - 2,2 mm

| IARU Reg. | DX (km) | call 1 | loc 1 | call 2 | loc 2 | mode | date |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 17,7 | G4FRE/P | IO82XC | M0FRE | IO82UC | CW | 2006 02 18 |
| 2 | **114,4** | WA1ZMS /4 | EM96UR | W4WWQ /4 | FM07FM | QRSS | 2006 02 26 |
| 3 | 56,4 | JA1KVN | | | JA1ELV | CW | |

## 142/145 GHz - 2 mm

| IARU Reg. | DX (km) | call 1 | loc 1 | call 2 | loc 2 | mode | date |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 52 | DB6NT /P | JO50XL | DL6NCI/P | JO50VA | SSB | 1997 04 07 |
| 2 | **79,7** | W2SZ/4 | FM07FM | WA1ZMS /4 | EM96WX | QRSS | 2003 01 12 |
| 3 | | | | | | | |

## 241/248 GHz - 1,24 mm

| IARU Reg. | DX (km) | call 1 | loc 1 | call 2 | loc 2 | mode | date |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | DL2AM/P | JN57BT | DL2GWZ /P | JN57BS | CW | 2010 01 13 |
| 2 | **114** | WA1ZMS /4 | FM07FM | W4WWQ /e | EM98UR | QRSS | 2008 01 21 |
| 3 | | | | | | | |

## 322 GHz - 0,93mm

| IARU Reg. | DX (km) | call 1 | loc 1 | call 2 | loc 2 | mode | date |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | **1,4** | WA1ZMS /4 | FM07II | W4WWQ /4 | FM07Ji | QRSS | 2003 03 04 |
| 3 | | | | | | | |

## 403 GHz - 0,74 mm

| IARU Reg. | DX (km) | call 1 | loc 1 | call 2 | loc 2 | mode | date |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | **1,42** | WA1ZMS /4 | FM07JI | W4WWQ /4 | FM07JI | QRSS | 2004 12 21 |
| 3 | | | | | | | |

## 411 GHz - 0,72 mm

| IARU Reg. | DX (km) | call 1 | loc 1 | call 2 | loc 2 | mode | date |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **0,05** | DB6NT /p | JO60TH | DL1JIN /P | JO60TH | SSB | 1998 01 06 |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |

Mikrowellen - Erstverbindungen

Die Entwicklung der Mikrowelle im Amateurfunk

Zusammenstellung von OE4WOG (ex OE3WOG, ex OE3WHC)

# Modulationsarten

## Modulationsarten

Amplitudenmodulation, Einseitenbandmodulation, CW (Morsefunk) und diverse digitale Betriebsarten (z.B. DRM) sind häufig im Kurzwellenbereich zu finden.

**AM: Amplitudenmodulation** wird für den Kurz-, Mittel- und Langwellenrundrundfunk benutzt.

Vorteile: Die technische Umsetzung ist sender- und empfängerseitig einfach. Nachteile: verhältnismäßig hoher Energieverbrauch beim Sender, im Vergleich mit SSB doppelte benötigte Bandbreite.

Im Sender wird ein Trägersignal erzeugt, das ist eine Hochfrequenzschwingung mit der Sendefrequenz (z.B. Radio Budapest 540 kHz, Deutsche Welle 6075 kHz,...). Diese Trägerfrequenz wird durch das niederfrequente Audiosignal in seiner Amplitude (Schwingungshöhe, also letztlich die Ausgangsleistung des Sendeverstärkers) beeinflußt. Es ergibt sich daraus eine im Takt des Audiosignals größer oder kleiner werdende Sendeleistung. Es entstehen dabei die sogenannten Seitenbänder, ein oberes und ein unteres Seitenband. Band deshalb, weil Sprache und Musik ein komplexes Frequenzgemisch innerhalb einer festgelegten Bandbreite darstellt. Bei AM-Radiosendern ist eine NF-Bandbreite von 80 Hz - 5 kHz üblich. Dadurch ergibt sich ein oberes Seitenband von Trägerfrequenz + 80Hz-5kHz und ein unteres Seitenband von Trägerfrequenz - 80Hz-5kHz. Beim Beispiel Radio Budapest ist das also für das obere Seitenband 540,08 bis 545 kHz. Das untere Seitenband reicht von 539,92 bis 535 kHz. Die gesamt benötigte HF-Bandbreite ist also doppelt so groß wie die höchste übertragbare Audiofrequenz. Man beachte auch, daß das untere Seitenband frequenz-invertiert ist.

Die Gesamt-Sendeleistung teilt sich auf in 50% für den Träger und je 25% für die Seitenbänder.

Empfängerseitig muß die HF-Schwingung im einfachsten Fall lediglich einer Gleichrichterdiode zugeführt werden, welche aus der im Takt des Audiosignals schwankenden HF-Spannung ebendieses Audiosignal zurückgewinnt. Die Detektorempfänger aus der Anfangszeit des Rundfunks funktionierten so, und im Nahbereich eines Mittelwellen-Ortssenders benötigte man dazu auch keine Stromversorgung für den Empfänger, da die Spannung aus der Antenne zum Betrieb eines Kristallkopfhörers ausreichend war.

AM-Radios haben seit den 30er Jahren bis heute natürlich Verstärker, Oszillatoren und Filter, die die Empfindlichkeit und "Trennschärfe" erhöhen sowie einen Audioverstärker, der Lautsprecherbetrieb ermöglicht. Am Prinzip der Amplitudenmodumation ändert das aber nichts.

**SSB: Single Sideband** (Einseitenband) wird für Sprachübertragung von Schiffen, Flugzeugen im Weitverkehr und im Amateurfunkdienst genutzt.

Findige Funkamateure sind bald darauf gekommen, daß es zur Sprachübertragung ausreicht, lediglich ein einziges Seitenband auszusenden und daß man das andere Seitenband sowie den Träger weglassen kann. Der fehlende Träger kann nämlich auch im Empfänger wieder zugesetzt werden und das andere Seitenband überträgt alle Informationen doppelt und beansprucht dafür unnötigerweise die doppelte HF-Bandbreite.

Im Sender unterdrückt man dazu mit einem sogenannten Ringmodulator den Träger, es entstehen also nur noch die beiden Seitenbänder. Von diesen beiden Seitenbändern filtert man das gewünschte heraus und unterdrückt das andere. Lediglich dieses eine gewünschte Seitenband wird mit einem Linearverstärker auf Leistung verstärkt und über die Antenne abgestrahlt. Das benötigt im Vergleich zur AM nur die halbe Bandbreite und ein Viertel der Sendeleistung für die gleiche Reichweite.

Im SSB-Empfänger wird das empfangene Seitenband mit einer im Empfänger erzeugten HF-Schwingung gemischt, die den fehlenden Träger ersetzt. Die Empfänger-Baugruppen, die dies bewerkstelligen, heißen Produktdetektor und BFO (Beat Frequency Oscillator). Als Mischprodukt ergibt sich das ursprünglich ausgesendete Sprachsignal, wenn man den Empfänger ausreichend genau abstimmt, so daß das BFO-Signal in seiner Frequenzlage relativ zum Seitenband ungefähr dort ist wo bei AM der Träger wäre. Eine Abweichung von 20-30 Hz ist für Sprachübertragung (Sprechfunk) tolerabel, die Verständlichkeit ist dann gegeben. Für Musik (Rundfunk) ist dieses Verfahren wenig brauchbar.

Traditionell benutzt man für die analoge Sprachübertragung das **untere** Seitenband (Lower Sideband, LSB) für Sendefrequenzen kleiner als 10 MHz (Wellenlänge größer als 30m) und das **obere** Seitenband (Upper Sideband, USB) für Sendefrequenzen über 10 MHz (Wellenlänge kleiner oder gleich 30m). Für digitale Übertragungsverfahren wird ausnahmslos das obere Seitenband verwendet.

Es gibt mehrere Varianten der SSB-Modulation: siehe beispielsweise Restseitenbandmodulation, amplitude-companded single-sideband modulation und Controlled envelope single-sideband modulation (CESSB).

**NBFM: Narrow-Band-Frequency-Modulation** wird auf höheren Kurzwellenfrequenzen (> 20 MHz) vom Militär, im sogenannten "Nichtöffentlich beweglichen Landfunkdienst" (NÖBL)und im Amateurfunkdienst verwendet.

Im FM-Sender wird die Sendefrequenz innerhalb gewisser Grenzen (Frequenzhub ca. 10 kHz) vom Audiosignal beeinflußt. Die Amplitude (Sendeleistung) bleibt konstant.

Im FM-Empfänger wird das HF-Fignal kräftig verstärkt und anschließend begrenzt, wodurch Schwankungen der Amplitude des Empfangssignals sich nicht mehr auf den FM-Demodulator auswirken. Weiters werden Impulsstörungen, die sich bei AM als Knacksen u.ä. bemerkbar machen, wirksam unterdrückt. Bei zwei Sendern auf der selben Frequenz treten kaum mehr Störungen auf, sondern der stärkere Sender unterdrückt den schwächerene Sender vollständig, sobald ein gewisser Unterschied in der Empfangsstärke gegeben ist. Nur zwei etwa gleich starke Sender stören einander.

Im FM-Demodulator wird die Tatsache ausnützt, daß die Phasenverschiebung in einem Bandfilter innerhalb des Durchlaßbereiches frequenzabhängig ist. Durch geometrische Addition und Gleichrichtung kann so die Audiospannung zurückgewonnen werden. Ein moderneres Verfahren sind PLL-Demodulatoren, bei denen ein spannungsgesteuerter Oszillator (VCO) phasenstarr an das Empfangssignal gekoppelt wird. Die Regelspannung des VCO entspricht dann dem Audiosignal.

**WBFM: Wide-Band-Frequency-Modulation** wird für den UKW Rundfunk (Mono/Stereo Übertragung) und im Amateurfunk (z.B. Modulation von GUNN Oszillatoren) verwendet.

Wie oben, Frequenzhub ca. 75 kHz. Die benötigte HF-Bandbreite ist größer, dafür kann das Audiosignal in HiFi-Stereo-Qualität übertragen werden. Das Modulationssignal eines Stereo-Rundfunksenders hat eine Bandbreite von 53 kHz, die belegte HF-Bandbreite eines UKW-Stereo-Rundfunksenders ist ca. 150 kHz.

**DRM: Digital Radio Mondiale** eine moderne, hochqualitative Alternative zu AM für den Kurzwellenrundfunk.

Mittels Computertechnik (digitale Signalverarbeitung und Audiokompression) wird aus dem Audiosignal ein digitaler Datenstrom erzeugt. Dieser Datenstrom enthält auch die Senderkennung, Alternativfrequenzen und auch die Übertragung kurzer Textmessages (z.B. Verkehrsmeldungen) ist möglich. Der Datenstrom wird weiters mit Fehlerkorrekturdaten (FEC) versehen und in ein komplexes Signal (COFDM, Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex) umgewandelt (Basisband). Durch dieses Verfahren ist eine optimale Ausnützung der zur Verfügung stehenden Bandbreite von 10 kHz für einen Rundfunksender möglich. Das Basisband wird anschließend auf die Sendefrequenz hochgemischt, mit einem Linearverstärker auf die benötigte Sendeleistung verstärkt und über die Antenne abgestrahlt.

Empfängerseitig wird aus dem Basisband mittels digitaler Signalverarbeitung das Audiosignal zurückgewonnen, wobei damit auf Kurzwelle gehörsmäßig etwa "UKW-mono"-Qualität erreichbar ist. Senderkennung und Textmessages werden auf einem Display angezeigt, und bei schlechtem Empfang können DRM-Radios selbständig auf eine Alternativfrequenz wechseln.

Es sind bis jetzt nur wenige DRM-Radios im Handel verfügbar. Amateure können jedoch mit einem umgebauten Stationsempfänger, einem Computer und spezieller Software DRM Radiosendungen empfangen.

Spezielle Modulationsarten wie Radioteletype (RTTY), FAX, Slow-Scan-TV (SSTV) und PACTOR, die spezielle Zusatzgeräte oder Software für die Decodierung benötigen.

weitere Modulationsarten:

PSK: FSK: GMSK: QAM: OFDM: PCM: CDMA: etc.

(Kommentar: OE3WOG) Diese "digitalen" Modulationsarten werden in kommerziellen Nachrichtensystemen eingesetzt, einige davon werden in Zukunft auch Anwendung im Amateurfunk finden. Derzeit wird auf Grund der spezifischen Ausbreitungsbedingungen (z.B. Rain Scatter) im Mikrowellenbereich für den DX Verkehr weiterhin Schmalband-Modulation wie CW, SSB und evtl. NBFM eingesetzt. Die Modulation der Punkt zu Punkt Verbindungen für "Hamnet" im 2,4 bzw. 5 GHz Band entspricht dem W-LAN Industriestandard.

# Newcomer

Für den Einstieg ist besonders das 10 GHz Band (Wellenlänge 3 cm) geeignet. Es bietet große Nachbausicherheit und bereits getestete und bewährte Komponenten von kommerziellen Anbietern (Kuhne).

Gleichzeitig bietet das Band einige interessante Ausbreitungsbedingungen, die auch ohne direkte Sichtverbindung zwischen Sender und Empfänger auskommen: Streuung an Regentropfen (rain scatter), Streuung an Flugzeugen (airplane scatter), so dass man nicht immer auf den Berg fahren muss.

Was ist nötig um auf 3cm QRV zu werden?

zum Beipiel: 47cm Spiegel von Procom,

Hohlleiter-SMA-Übergang von Procom,

ein Transverter ([Kuhne][1]) 3cm->2m (oder auf 70cm) 200mW Sendeleistung,

ein Antennen-Relais für 10 GHz

ein All-Mode-2m-TRX (oder 70cm) als Steuersender und Nachsetzer

(z.B. Yaesu FT290 oder FT-817ND o.ä. mit max. 5 Watt PEP)

optional eine 10 GHz Endstufe für einige wenige Watt

eine Ablaufsteuerung

ev. ein wetterfestes Gehäuse

und ein stabiles und doch leichtes Stativ

optional kann man noch einen OCXO (Thermostatgeregelten Oszillator) als 10 MHz Referenz anschließen, oder gar ein GPS-Normal von G3RUH[2] verwenden.

Der Zusammenbau ist einfach und ohne besondere Messmittel machbar. Als ersten Test kann man die nächstgelegene Bake abhören.

Für erste Verbindungen sollte man entweder einen Sked mit benachbarten Mikrowellen-OM vereinbaren oder sich im Chat bei ON4KST [3] registrieren.

An den Aktivitätstagen oder im Kontest sind besonders viele Stationen QRV. Reichweiten bis 200km sind ohne Probleme machbar und mit RegenScatter (Gewitter in der Ferne) sogar bis 500km.

# Q65

## Digitale Betriebsarten im Detail\: Q65

Q65 ist eine digitale Betriebsart, die seit WSJT-X Version 2.4.0 verfügbar ist (seit 28. Mai 2021) und die sehr geeignet ist für die VHF/UHF/SHF Frequenzbereiche, bei mäßiger Sendeleistung (100W) und für Stationen mit Antennendefiziten.

Q65 ist ein digitales Übertragungsverfahren und Protokoll für minimal-QSOs bei besonders schwierigen Ausbreitungsbedingungen. Wenn die Dopplerverbreiterung mehr als nur einige Hz beträgt, ist Q65 die beste unter allen Betriebsarten in WSJT-X. Q65 ist besonders effektiv für Verbindungen über Tropo-Scatter, Regenstreuung, ionosphärische Streuung, TEP und EME auf UKW- und höheren Bändern sowie für andere Arten von Verbindungen mit schnellem Schwund.

Q65 verwendet eine 65-Ton-Frequenzumtastung und baut auf den nachgewiesenen Stärken von QRA64 auf, einem Modus, das 2016 in WSJT-X eingeführt wurde. Q65 unterscheidet sich von QRA64 in folgenden wichtigen Punkten:

- Ein neuer Q-ary Repeat Accumulate-Code mit niedriger Rate zur Vorwärtsfehlerkorrektur
- Benutzernachrichten und Sequenzierung identisch mit denen in FST4, FT4, FT8 und MSK144
- Ein Einzelton für die Zeit- und Frequenzsynchronisation. Wie bei JT65 ist dieser „Synchronisationston“ auf der Spektralanzeige des Wasserfalls gut sichtbar. Darüber hinaus bietet Q65 eine empfindliche „Synchronisationskurve“ am unteren Rand des Wasserfallfensters. Im Gegensatz zu JT65 sind Synchronisation und Decodierung auch dann noch erfolgreich, wenn Meteor-Pings oder andere kurze Signalverbesserungen vorhanden sind.
- Optionale Submodi mit Sende-/Empfangsdauern von 15, 30, 60, 120 und 300 s und unterschiedlichen Tonabständen.
- Eine neue, äußerst zuverlässige Listendecodierungstechnik für Nachrichten, die zuvor empfangene Nachrichtenfragmente enthalten. Eine Rufzeichendatenbank wird nicht verwendet.
- Hochwirksame Nachrichtenakkumulation über mehrere Durchgänge für Situationen, in denen einzelne Übertragungen zu schwach oder Signalverbesserungen zu spärlich sind, um ein Signal zu decodieren.
- Eine "Multi-Decodierungs" -Option, die versucht, alle Q65-Signale im empfangenen Durchlassbereich zu decodieren.

Implementiert wird diese digitale Betriebsart über die Soundkarte eines PC. Zuerst eingeführt wurde Q65 mit Hilfe der Implementierung als Open Source Software WSJT-X Version 2.4.0-rc1 durch Joe Taylor (K1JT). Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.4.0 (Stand: 20. Aug. 2021, siehe WSJT-X 2.4.0 Benutzerhandbuch.

Q65 hat viele Gemeinsamkeiten mit JT65, JT9 und JT4. Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung. Details zur Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "The JT65 Communications Protocol", der in der Zeitschrift QEX während 2005 veröffentlicht wurde.

Die Vorwärtsfehlerkorrektur (FEC) in Q65 verwendet einen speziell entwickelten (65,15) Blockcode mit Sechs-Bit-Symbolen. Zwei Symbole werden aus dem Code "punktiert", was einem effektiven (63,13) Code mit einer Nutzlast von k = 13 Informationssymbolen entspricht, die durch n = 63 Kanalsymbole übertragen werden. Die punktierten Symbole bestehen aus einem 12-Bit-CRC, der aus den 13 Informationssymbolen berechnet wird. Der CRC wird verwendet, um die Wahrscheinlichkeit für falsche Decodierungen auf einen sehr niedrigen Wert zu reduzieren. Eine Pseudozufallssequenz mit 22 Symbolen, die über einen ganzen Durchgang verteilt ist, wird als "Ton 0" gesendet und zur Synchronisation verwendet. Die Gesamtzahl der Kanalsymbole in einer Q65-Übertragung beträgt somit 63 + 22 = 85.

Für jeden Sende-/Empfangsdurchgang haben die Submodi A - E Tonabstände und belegte Bandbreiten, die das 1, 2, 4, 8 bzw. 16-fache der Basiswerte betragen. Vollständige Submode-Bezeichnungen enthalten eine Nummer für die Sequenzlänge und einen Buchstaben für den Tonabstand, wie in Q65-15A, Q65-120C usw.

Die folgende Tabelle listet die üblichen Frequenzbereiche für QRA64 (Stand 2017). Die "Dial Frequency" gibt dabei die Frequenz des (unterdrückten) Trägers an. Dies ist also die angezeigte Frequenz am Funkgerät. Das Funkgerät moduliert das obere Seitenband (USB-Modulation).

**Dial Frequency**

| | |
|---|---|
| 160m | 1,83x MHz |
| 80m | 3,57x MHz |
| 60m | 5,35x MHz |
| 40m | 7,07x MHz |
| 30m | 10,13x MHz |
| 20m | 14,07x MHz |
| 17m | 18,10x MHz |
| 15m | 21,0xx MHz |
| 12m | 24,9xx MHz |
| 10m | 28,07x MHz |
| 6m | USA: 50,275 MHz<br>IARU R1: 50,305 MHz |
| 2m | 144,120 MHz |
| 70cm | 432,065 MHz |
| 23cm | 1296,065 MHz |
| 13cm | 2301,065 MHz<br>2304,065 MHz<br>2320,065 MHz |
| 9cm | 3400,065 MHz |
| 6cm | 5760,200 MHz |

| | |
|---|---|
| 3cm | 10368,200 MHz |

Weitere Infos:

Q65 Quick Start Guide

# QO-100

Der Fernseh- und Amateurfunk-Satellit **Es'hail-2**, uns Funkamateuren besser bekannt als **Quatar-OSCAR 100** oder kurz **QO-100**, ist der erste geostationäre Satellit mit Amateurfunk-Nutzlast. Der Satellit wird von *Es'hailSat Qatar Satellite Company* betrieben. Seine primäre Nutzlast dient der Fernsehübertragung für den arabischen Raum. Auf Anregung von *AMSAT-DL* und der *Qatar Amateur Radio Society* (QARS) ist es gelungen, den dritten und vierten Transponder für eine Amateurfunk-Nutzlast nutzen zu dürfen. Diese könnte jedoch wieder wegfallen, sollte eine der erste oder zweite Transponder, welche für die primäre Nutzlast (Fernsehübertragung) genutzt werden, ausfallen würden und deshalb auf diese Reserve-Transponder zurückgegriffen werden müsste.[1]

Weitere allgemeine Infos zu Es'hail-2 finden sich auf Wikipedia.

## Inhaltsverzeichnis


1 Geschichte ..... 95
2 Position und Fussabdruck ..... 95
3 Empfang mit WebSDR ..... 95
4 Projektbeschreibungen ..... 95
5 Ausrichtung der Satellitenschüssel ..... 95
6 Leistungs-Limit-Anzeige LEILA ..... 95
7 Einzelnachweise ..... 96

## Geschichte

Im Jahr 2012 konkretisierte sich die Idee, an der Beteiligung bei einem geostationären TV-Satelliten und es fanden konkrete Gespräche zwischen AMSAT-DL und der *Qatar Amateur Radio Society* (QARS) statt. Im Jahr 2013 konnte der Betreiber *Es'hailSat Qatar Satellite Company* für dieses Projekt gewonnen werden. Das eigentliche Projekt wurde dann 2014 mit dem Satellitenerbauer (Firma MELCO, Japan) gestartet.[1]

Der Satellit wurde im November 2018 ins All befördert. Am 3. Februar 2019 wurde die OSCAR-Nummer 100 durch AMSAT-NA vergeben, so dass der Satellit auch unter Bezeichnung "Qatar-OSCAR 100", bzw. QO-100 bekannt ist. Im Februar 2019 wurde auch die Amateurfunk-Nutzlast zur Nutzung freigegeben.

## Position und Fussabdruck

Seine Position ist 25,9 Grad östlicher Länge. In Österreich und der Schweiz ist der Elevationswinkel der Antenne bei 34 Grad über dem Horizont.

Die Amateurfunk-Nutzlast deckt ganz Europa und ganz Afrika, von Arabien bis Indien, sowie den östlichen Teil Brasiliens und dem Afrika zugeandten Teil der Antaktis ab. Die primäre Nutzlast (TV) hat hingegen einen viel kleineren Fussabdruck und ist auf Arabien ausgerichtet und in Europa nicht empfangbar (Daher kann die Ausrichtung der Satellitenschüssel nicht mittels TV-SAT-Equipment gemacht werden).

## Empfang mit WebSDR

Das QO-100 Schmalbandsegment ist auch via WebSDR zu empfangen.

## Projektbeschreibungen

Technische Details zum Aufbau einer Bodenstation mit Uplink (13cm Band) und Downlink (3cm Band) finden sich:

- Präsentation von Reinhold, OE5RNL
- QO-100 NOT-/KAT-Projekt Landesverband OE3
- Vortrag von DL9SW (Video)
- Beschreibung (Video) von HB9NBG mit nur kommerziellen Komponenten

## Ausrichtung der Satellitenschüssel

Eine Hilfe zur Ausrichtung einer Antenne ist zB Satellite-Calculations (Der QO-100 heisst dort "25.71°E ES'HAIL 2") oder dishpointer (QO-100 fehlt, stattdessen als Satellit "25.9E - ES" auswählen). Von HB9NBG+HB9FZC gibts auch eine praktische Anleitung als Video.

## Leistungs-Limit-Anzeige LEILA

Um die (versehentliche) Übersteuerung des Transponders durch einen OM zu verhindern, wird bei Empfang eines zu starken Signals ein Warnsignal ausgesendet. Dieses Warnsystem heisst *LEILA* und ist ein Akronym für "Leistungs-Limit-Anzeige".[1]

Beim QO-100 ist LEILA nicht im Transponder installiert sondern bei der Bodenstation von AMSAT-DL. Daher kann LEILA nur reagieren und ein Warnsignal aussenden, aber nicht z.B. das zu starke Signal durch Ausnotchen unterdrücken.[1] Aus dem gleichen Grund kommt der LEILA-Alarmton mit einer gewissen Verzögerung (Die Bodenstation hört das zu laute Signal zeitgleich mit allen anderen emfpangenden Funkamateuren; die Bodenstation sendet das Warnsignal in Richtung Sattelit aus; mit der typischen Verzögerung zwischen ausgesendetem und wieder empfangenem Signal ist nun endlich das Warnsignal zu empfangen).

Wie sich das LEILA-Warnsignal anhört, kann hier angehört werden:[2]

- LEILA-Warnsignal nach zu starkem CW-Signal
- LEILA-Warnsignal nach zu starkem SSB-Signal

## Einzelnachweise

1. ↑ [1,0] [1,1] [1,2] [1,3] Vortrag Mario Lorenz DL5MLO, vom Team AMSAT-DL, 2019, auf Youtube
2. ↑ Klangbeispiele von Homepage DD1US

# QTH-Locator

Das **Maidenhead Locator System** ist ein geographisches Koordinaten System welches von Funkamateuren verwendet wird. Dr. John Morris, G4ANB, der urprüngliche Erfnder, und eine Gruppe an VHF Managers riefen bei einem Treffen in Maidenhead (England 1980) das Maidenhead System ins Leben. Das Maidenhead Locator System ersetzte das alte QRA Locator System. Das Maidenhead System wird heute weltweit genutzt. Das Maidenhead (QTH-Locator) System ermöglicht die schnelle Übermittlung der Positionen zwischen Funkamateuren in einer Funkverbindung.

Maidenhead Locator werden werden landläufig als *grid locators = Gitter Position* oder *grid squares = Gitterfelder* bezeichnet, trotzdem das sie einer nicht rechteckige Form und keiner Rektangularprojektion entsprechen.

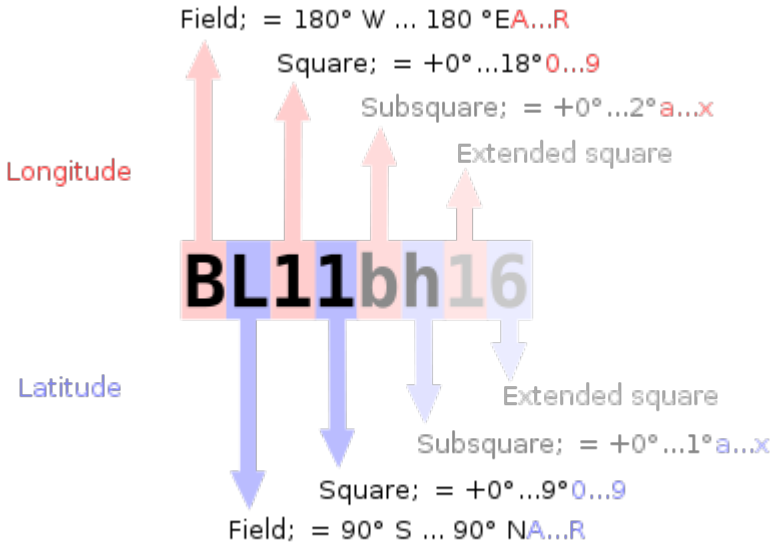
## Beschreibung des Systems

Der Maidenhead Locator komprimiert die Länge und Breite in eine kurze Abfolge von Zeichen. Die Positionsinformation wird beim Maidenhead Locator in eine geringere Genauigkeit umgewandelt um die zu übertragende Anzahl der Zeichen für Sprache, Morse und digitale Funkübertagung gering zu halten.

Das gewählte Kodierungsverfahren nutzt abwechselnde Paare von Zeichen und Ziffern die folgendermaßen aussehen:

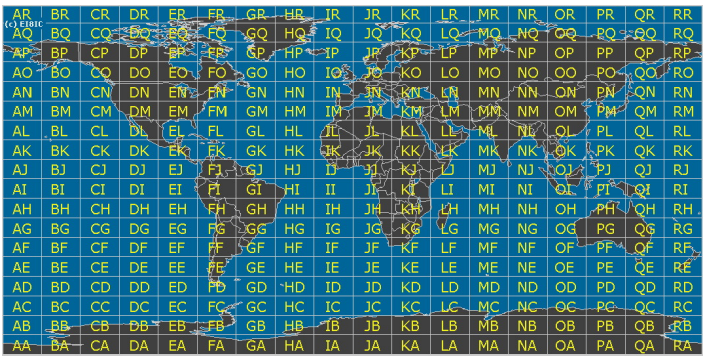
**JN67bh16**

In jedem Paar codiert das erste Zeichen die Länge und das zweite Zeichen die Breite. These character pairs have also traditional names, and in the case of letters, the range of characters (or "encoding base number") used in each pair does vary.




Um negative Zahlen bei den Daten zu vermeiden wurde das System so spezifiziert das die Breite vom Süd zum Nordpole und die Länge ostwärts vom Greenwich Längenkreis gemessen wird vom Anfangsmeridian ein "falsches Ost" von 180 Grad und dem Äquator ein falsches Nord von 90 Grad verliehen.

Um die händische Eingabe zu Vereinfachen, die Basis für das erste Paar von Buchstaben (traditionell Feld genannt) war 18, dadurch wird der Globus in 18 Zonen mit einer Breie von jeweils 10° und in 18 Zonen der Länge in jeweils 20°. Die Zonen werden mit Buchstaben von "A" bis "R" kodiert.



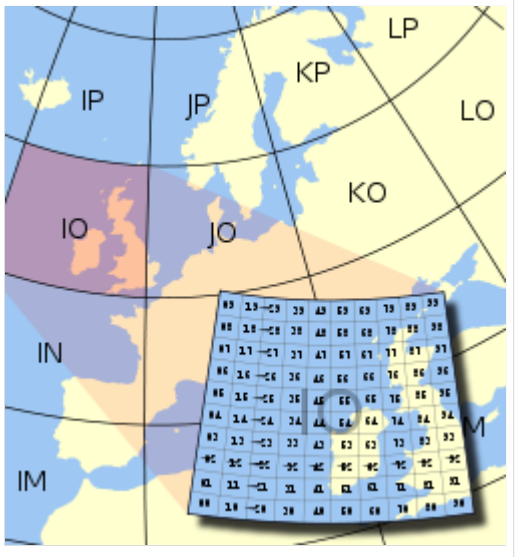
Das erste Nummernpaar, genannt Square folgt dem ersten Buchstabenpaar und nutzt eine 10er Nummernbasis die mit den Nummern "0" bis "9" dekodiert wird. Das ist der Grund woher der alternative Name "Grid Squares" abgeleitet wurde. Jedes dieser Squares (Felder) steht für 1° Grad Breite und 2° Länge.

Für zusätzliche Genauigkeit kann jedes Square optional weiter in "Subsquares" unterteilt werden. Diese sind wieder auf ein Paar von Buchstaben abgebildet, oft (aber nicht immer) in Kleinbuchstaben, aber wiederum, um das manuelle Berechnen von Grad und Minuten einfacher zu machen wurde 24 als Basisnummer gewählt. Das gibt den Subsquares eine Dimmension von 2,5' Breite und 5' Breite. Alle Buchstabend von "A" bis "X" kommen hierfür zum Einsatz.

Daher ist der resultierende Maidenhead Subsquare Locator aus zwei Buchstaben folgend von 2 Ziffern und zwei weiteren Buchstaben zusammengesetzt.

Für die bekannte Hiram Percy Maxim Memorial Station, W1AW, findet man den Maidenhead Subsquare Locator FN31pr. Für den Deutschen Amateur Radio Club (DARC e. V.) im Baunatal, DB0HQ, findet man den Maidenhead Subsquare Locator JO41rf. Für den Radio-Amateur-Klub der Technischen Universität Wien, OE1XTU, findet man JN88ee.

Der Abstand zweier Orte mit demselben Maidenhead Subsquare Locator ist immer kleiner als 12 km. Das bedeutet, dass ein Maidenhead Subsquare Locator eine recht hohe Ortsauflösung hat durch die Übertragung von nur sechs Zeichen.



Fields are divided into 100 squares each.

Zwei zusätzliche Ziffern wurden vorgeschlagen und ratifiziert um eine noch höhere Genauigkeit in der Ortsangabe zu ermöglichen. Diese Erweiterung wird “extended locator” genannt und er ist dann insgesamt 8 Zeichen lang. Der extended locator hat Verwendung für sehr kurzreichweitige Kommunikation. Darüberhinaus existiert keine allgemein anerkannte Definition für noch präzisere Ortsangaben. Meist wird die Erweiterung fortgesetzt durch alternierende Anwendung der subsquare and square Regeln (Unterteilungen in 24 bzw. 10). Jedoch wurden auch andere Erweiterungen vorgeschlagen und solche *extended extended* Locators sind untereinander nicht kompatibel.

The Maidenhead locator system has been explicitly based on the WGS 84 geodetic datum since 1999. Before that time, it was usually based on each user's local national datum, which do differ slightly from one another and WGS 84. As a result, stations very near the edges of squares at denoted precision may have changed their locators when changing over to the use of WGS 84.

To summarize:

- Character pairs encode longitude first, and then latitude.
- The first pair (a *field*) encodes with base 18 and the letters "A" to "R".
- The second pair (*square*) encodes with base 10 and the digits "0" to "9".
- The third pair (*subsquare*) encodes with base 24 and the letters "A" to "X".
- The fourth pair (*extended square*) encodes with base 10 and the digits "0" to "9".
- The fifth and subsequent pairs are not formally defined, but recycling the third and fourth pair algorithms is one possible definition:

  **BL11bh16oo66**

On shortwave frequencies, positions are reported at *square* precision, and on VHF and UHF, *subsquare* precision is used. More precise position reports are very rarely used.

## Use by radio amateurs

Today, individual radio amateurs and organizations around the world recognize and use Maidenhead locators. Many utilities exist to convert latitude and longitude to locators, as this is a favorite hack for programmers who are also radio amateurs. Commercially available (civil) Global Positioning System receivers are frequently able to display Maidenhead locators.

Maidenhead locators are used as part of the formulas for scoring in many VHF amateur radio contests. Grid locators are also the basis of earning many awards like the; American Radio Relay League's VHF/UHF Century Club, URE TTLOC, etc. operating award.

In IARU Region 1 rules, VHF distances are calculated from maidenhead subsquare centers using a *spherical* Earth. This results in a small error in distance, but makes calculations quite simpler, and given the inherent imprecision in the used input data, it is not the biggest error source.

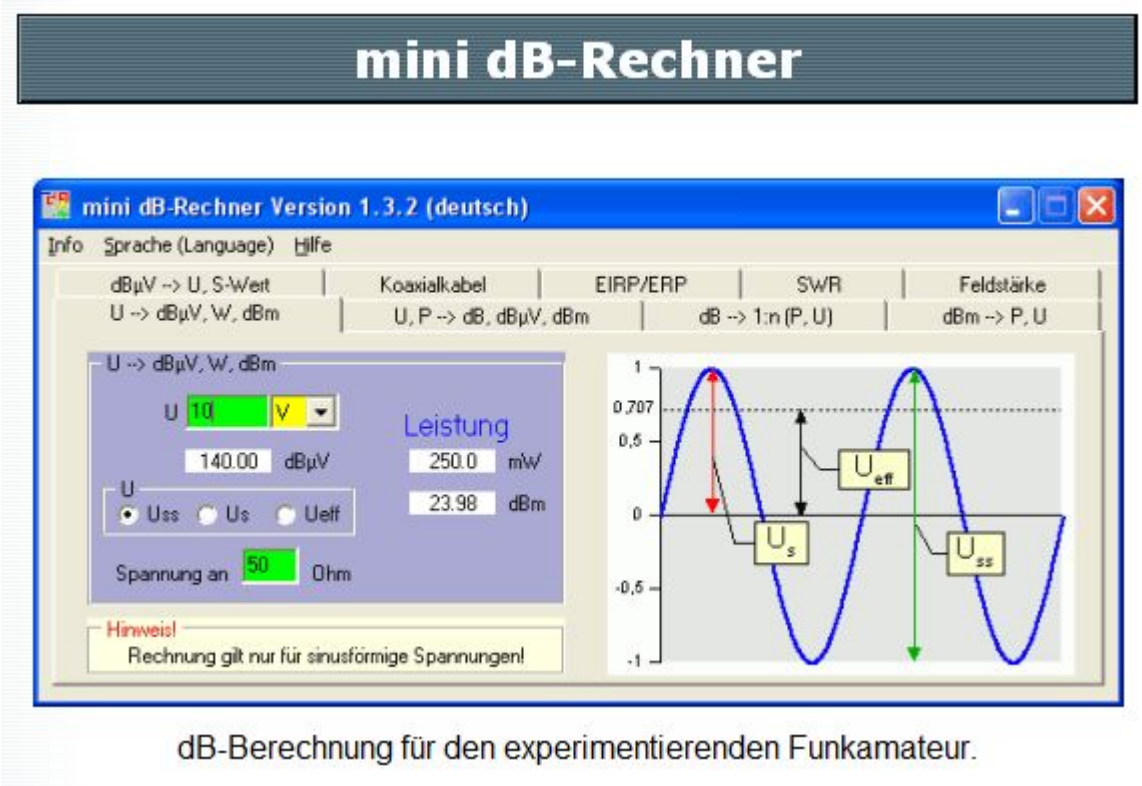
## External links

- ARRLWeb: Grid Locators and Grid Squares
- ARRLWeb: Calculate Grid Square
- On-line locator database with over 135,000 callsigns
- From the field hunter's web page: An explanation of the system and how it came into being.
- Maidenhead Grid Squares
- Find grid square and lat/long for any address or ham call sign, plotted on Google Maps
- Find your QTH locator with GoogleMaps
- Find QTH locator or grid square with GoogleMaps and approximate distance between two squares
- Generate a KML file from a Maidenhead coordinate
- Perl module for converting between geographic coordinates and Maidenhead locator and calculating distance and bearing
- Hamlib, a portable library for converting between geographic coordinates and Maidenhead locator and calculating distance and bearing
- C# class for converting between geographic coordinates and Maidenhead locator and calculating distance and bearing

- A small Java application to display the current Grid Locator for phones with GPS capability such as the Nokia N95

QUELLE: en.wikipedia.org

# Rechner - Mini dB




Credit an OM Wilfried DL5SWB für seinen hilfreichen "Mini dB-Rechner" (Freeware).

Download von seiner Website http://www.dl5swb.de

# Sonnblick Bake OE2XRO

Am Sonnblick existiert mit Stand 2021-11-26 kein Bake mehr. Die Seite beschreibt den historischen Stand aus 2012.

Sonnblick von der Seilbahn aus

Blick auf die Bake OE2XRO mit 3 Antennen

## Sonnblick Bake OE2XRO

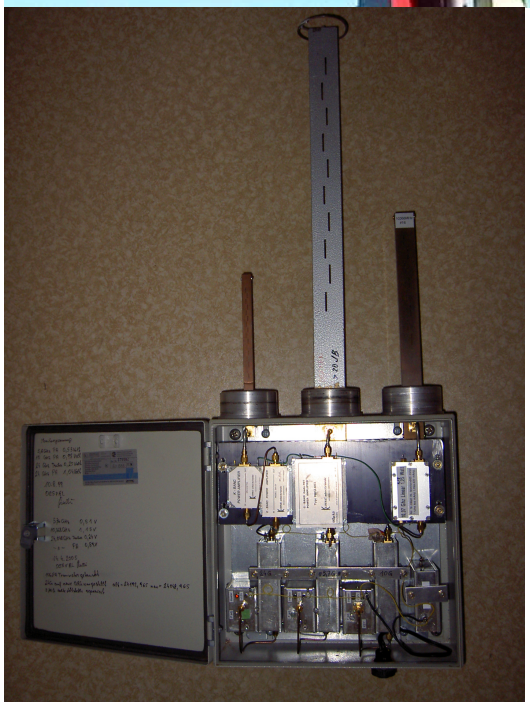
Das Sonnblick Relais wurder ersmals am Dienstag den 11. August 1998 auf 10GHz mit dem Rufzeichen OE2XBN auf 3115m Seehöhe in Betrieb genommen und ist damit die weltweit höchstgelegene Bake (Stand 2008).

Im August 1999 wurde die Bake auf 5Ghz / 10GHz / 24 GHz Bake erweitert und unter dem Rufzeichen OE2XRO installiert.
Die Bake wurde von Michael, OE1MCU finanziert und von Rudi, OE5VRL gebaut und gemeinsam installiert. Immer wieder traten Defekte auf die behoben wurden.

Geschichte der Bake:

- 1998 - Erstinstallation der Bake auf 10GHz
- 1999 - Erweietrung auf 5/10/24 GHZ
- 2001 - Danke an OE8MI(sk), OE8PTK und OE8PKR die die Bake nach einem Defekt wiederbelebt haben.

- 2005 - Danke an OE5MKM für die Organisation der Demontage, Verstärkung des Mastes und Wiedermontage, OE5VRL für die Reparatur
- 2011 - Die Bake wurde nach einem Wassereinbruch in das Gehäuse (durch gealterte Dichtungen) demontiert und komplett neu aufgebaut
- 2012 - Die Bake wurde druch Norbert, OE7NGI wieder installiert (November 2012)



Die Bake ist auf folgenden Frequenzen zu hören:

| | |
|---|---|
| 5760.958MHz | 3,5 Watt |
| 10368.965 | 1,15 |

| MHz | Watt |
| --- | --- |
| 24048.950 MHz | 0,3 Watt |

Locator: JN67LB ( CW-ID JN67LA )

Mehr Informationen über das Sonnblick Observatorium: http://www.sonnblick.net

# Transverter Technik im Wandel der Zeit

### Transvertertechnologie im Wandel der Zeit

vers. DB6NT 2.2008

```
Dieser Beitrag wurde von Michael Kuhne, DB6NT zur Verfügung gestellt,

im Namen der OEVSV Interessentengruppe bedanken wir uns herzlich für diesen
Beitrag, Editor: OE3WOG
```

Beschrieben wird die Entwicklung der Transvertertechnik zwischen 1977 und 2007 für das 10 GHz Amateurfunkband. Die Aufzählung der Veröffentlichungen ist bestimmt nicht vollständig, versucht aber einen kleinen Überblick der vergangenen 30 Jahre zu vermitteln.

Das erste QSO auf 10 GHz überhaupt fand 1946 in den USA zwischen W2RJM und W2JN statt. Die dabei überbrückte Entfernung lag bei 3 km.

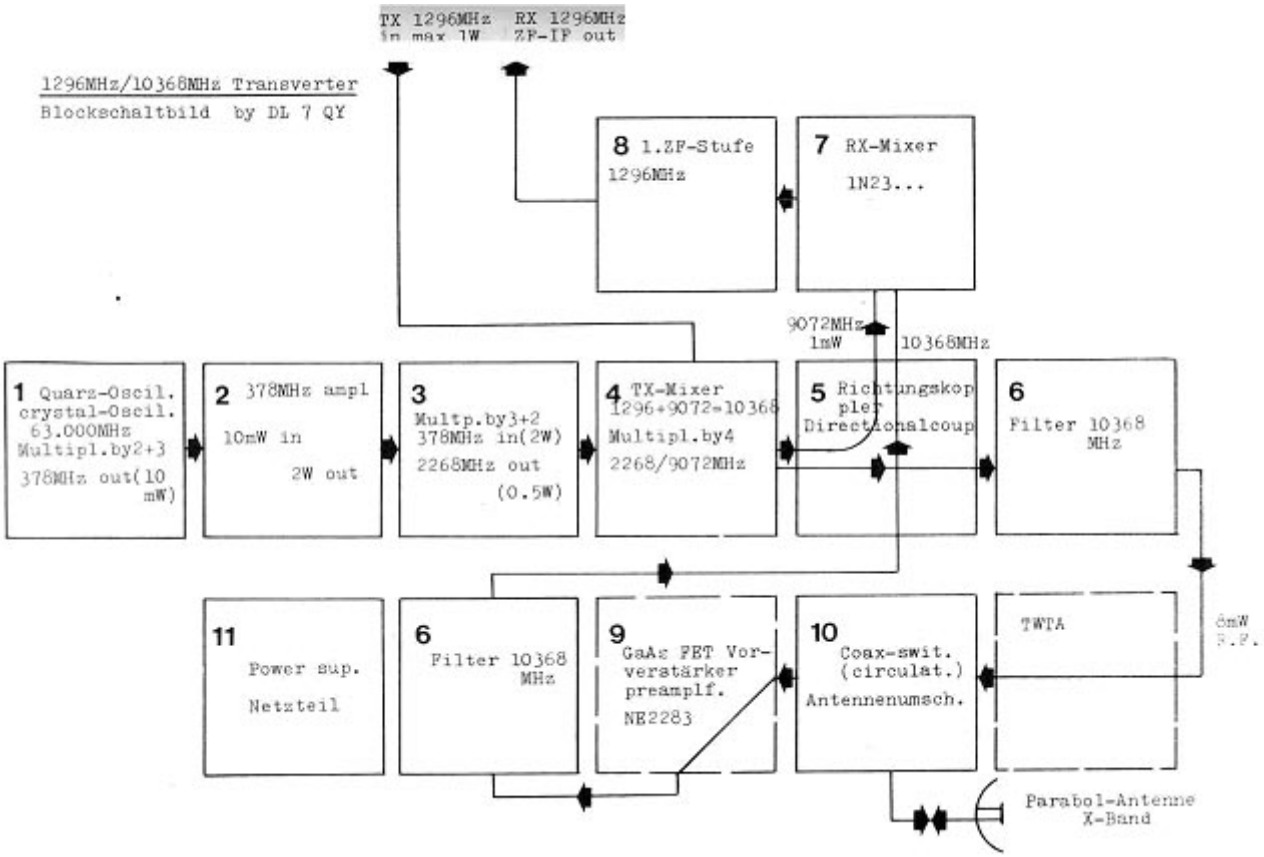
Nach dem Vortrag von Dr. Dain Evens, G3RPE, anlässlich der VHF-UHF-Tagung 1976, über die 10 GHz-Breitbandtechnik wurde in Deutschland eine sprunghafte Aktivitätssteigerung ausgelöst. G3RPE, schleppte so zu sagen den "10 GHz Bazillus" in Deutschland ein. Es wurden Gunn-Oszillatoren mit Durchblasemischer gebaut und auch in verschiedenen Zeitschriften veröffentlicht. Kommerziell gefertigte "Gunnplexer" HF-Module erfreuten sich größter Beliebtheit und trugen zur Aktivität bei. Dies wurde auch in den Contest-Statistiken sichtbar. Die damals maximal erreichten Entfernungen lagen bei ca. 100 km bei optischer Sicht (von Berg zu Berg).

1977 veröffentlichte Claus Neie, DL7QY, im DUBUS Magazin Heft 2/77 eine Gegenüberstellung der Systemempfindlichkeiten von Breitband-und Schmalbandtechnik im 10 GHz-Band. Diese Berechnungen zeigten eine Verbesserung von mehr als 30 dB. Im gleichen Heft erschien Seine Beschreibung des ersten 10 GHz-Transverters überhaupt. Die verwendete Zwischenfrequenz (ZF) war 1296 MHz.

**Die technische Beschreibung dieses "frühen" 3cm Transverters:**

Ausgehend von einem 63 MHz-Quarzoszillator wurde mit Vervielfacherstufen und Leistungsverstärkern eine LO-Frequenz (Lokaler Oszillator) von 378 MHz mit 2 W Leistung erzeugt. Danach folgten zwei weitere Diodenverdoppler, um bei 2268 MHz eine LO-Leistung von 0,5 W zu erzeugen. Zusammen mit der Zwischenfrequenz 1296 MHz wurde das LO-Signal auf eine im Hohlleiter befindliche Varaktor/Mischerdiode BXY40 gekoppelt.

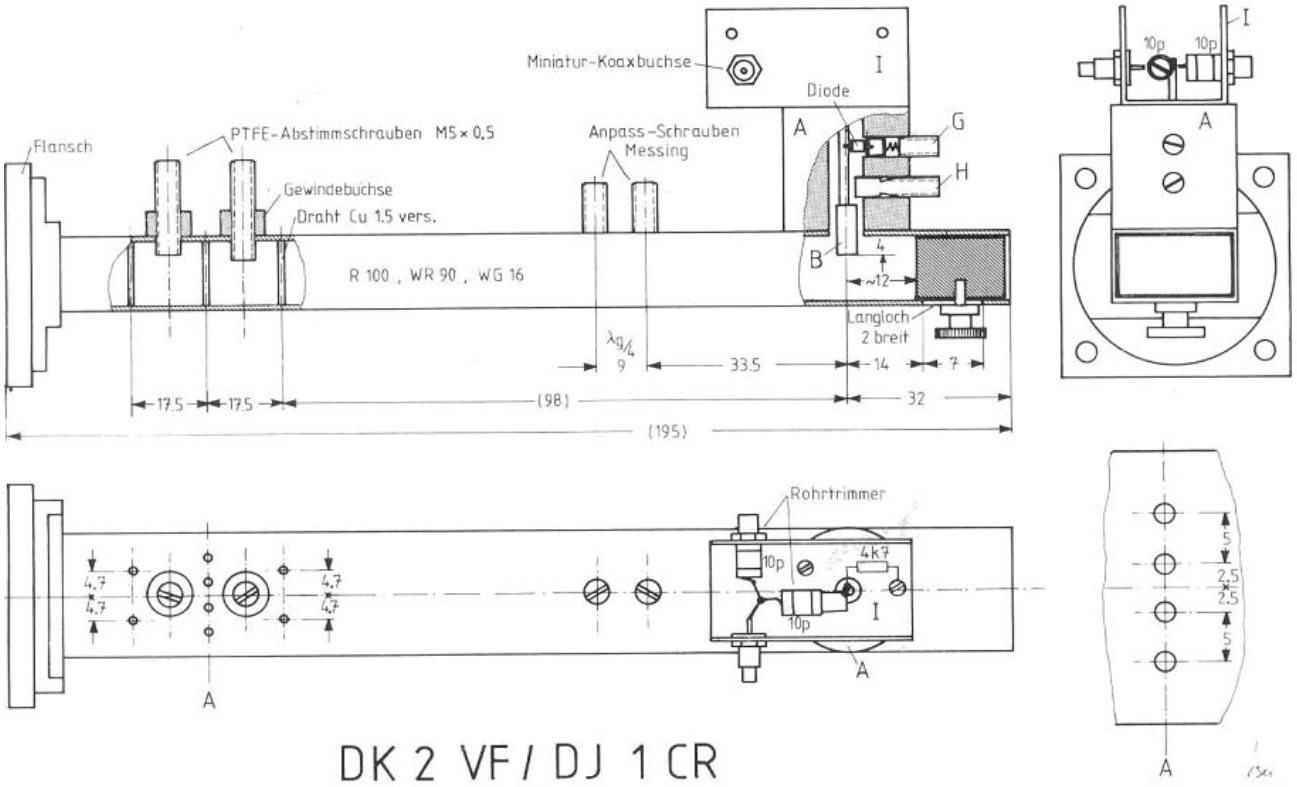
Nach einem Hohlleiterfilter standen 7 mW SSB-Sendeleistung zu Verfügung. Über einen Kreuzkoppler wurde der Empfangsmischer (1N23) mit LO-Leistung versorgt. Ein 10 GHz-Vorverstärker mit dem GaAs FET des Typs NE24483 wurde ebenfalls beschrieben. Der Aufbau erfolgte in verschieden Aluminiumfräsgehäusen in Kammerbauweise sowie mit verschiedenen Hohleiterkomponenten.




1978 beschrieben DK2VF und DJ1CR in der Zeitschrift UKW-Berichte 4/78 einen Frequenzverneunfacher von 1152 MHz nach 10368 MHz. Diese Schaltung, angesteuert mit einer damals üblichen DC0DA-Frequenzaufbereitung für 1152 MHz,ergab ein sauberes 10 GHz CW-Signal, und fand als LO-Signalquelle und Bakensender Anwendung.

**Technik:**

Als Dioden fanden Snap Varactoren sowie Step Recovery Typen unterschiedlicher Hersteller Anwendung. Je nach Ansteuerleistung und Diode wurden Ausgangsleistungen bis zu 40 mW erreicht. .



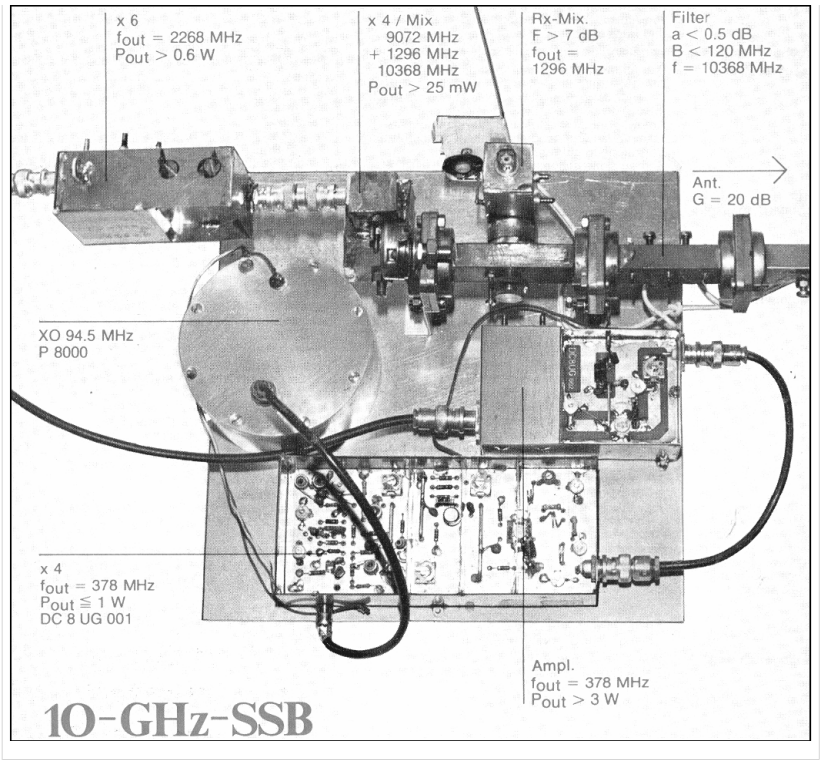

1980 veröffentlichten Harald Fleckner, DC8UG, und Günter Börs, DB1PM, in der Zeitschrift UKW-Berichte 1/80 Ihre Version eines 10 GHz-Transverters.

**Technik:**

Ausgehend von einem P8000 FET-Oszillator bei 94,5 MHz, der in einem kalten Thermostaten eingebaut war, wurde das Signal über mehrere Stufen vervielfacht und verstärkt. Diese Stufen waren in Platinen-und Kammerbauweise ausgeführt. Je nach verwendeter Frequenz konnte der LO für 144 MHz, 432 MHz oder 1296 MHz abgeglichen werden. Die 10 GHz-Stufen wurden in Hohlleitertechnik ausgeführt.

Als TX-Mischstufe wurde der Frequenzvervierfacher von 2,2 GHz auf 10 GHz mit genutzt (Subharmonischer Sendemischer / Aufwärtsmischer). Im Sendefall wurden ca. 25 mW SSB-Leistung erreicht.

Empfangsseitig erfolgte die Mischung in einem "Durchblasemischer" mit einer 1N23 E Diode. Die erreichten Rauschzahlen lagen je nach verwendeter Zwischenfrequenz bei ca. 10 dB NF.

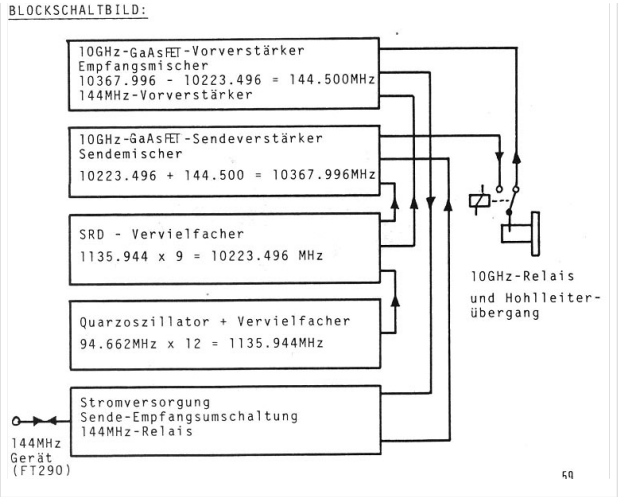



1984 beschrieb Peter Vogl, DL1RQ (DL8RAH), anlässlich der VHF-UHF-Tagung in München Seinen ersten 10 GHz-Transverter.

**Technik:**

Ausgehend von einem P8000 FET-Oszillator bei 94,662 MHz wurde das Signal über mehrere Stufen vervielfacht und verstärkt. Diese Stufen und Filter waren komplett in Mikrostreifenleitungstechnik ausgeführt. Die damit erzeugten 1135 MHz mit >250 mW wurden auf einen Step Recovery Dioden- Verneunfacher (DK2VF / DJ1CR) gekoppelt. Danach folgten ein Hohlleiterfilter sowie Leistungsteiler für Sende-und Empfangsmischer. Der Sendemischer war in Hohlleitertechnik mit 1N415F und nachfolgendem Filter ausgeführt. Anschließend folgten zwei Verstärkerstufen mit MGF 1402 in Streifenleitertechnik, die das Sendesignal auf ca. 50 mW verstärkten.

Empfangsseitig erfolgte die Mischung in einem Mikrostrip-Diodenmischer und nachfolgendem ZF-Verstärker, der mit dem BFT66 Transistor bestückt war. Das Spiegelfrequenzfilter war wieder in Hohlleitertechnik realisiert. Ein Vorverstärker mit dem MGF 1402 verbesserte die Eingangs-empfindlichkeit des Systems. Beschrieben wurde auch das selbstgebaute Sende-Empfangsrelais. Der hier beschriebene Transverter war wesentlich kompakter als die vorher beschriebenen Schaltungen und eignete sich daher besonders gut für portable Einsätze wie beim BBT (Bayrischer Bergtag).



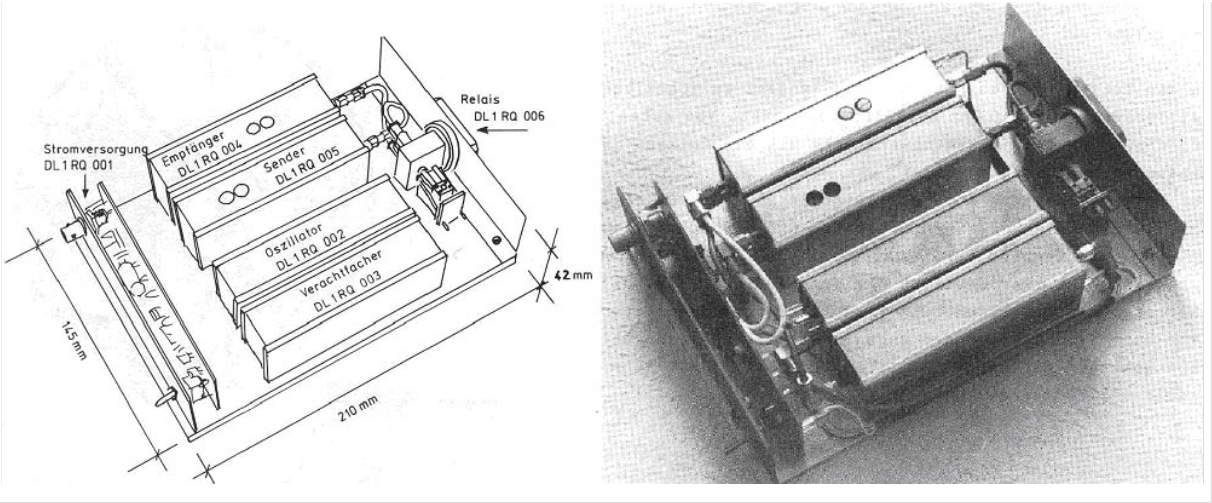

1986 veröffentlichte Peter Vogl, DL1RQ, im DUBUS Magazin 2/86 einen zweiten 10 GHz-Transverter.

**Technik:**

Ausgehend von dem bewährten P8002 FET-Oszillator bei 106,4947 MHz, der mit einer Heizschaltung versehen war, wurde das Signal über mehrere Stufen vervielfacht und verstärkt. Diese Stufen waren erstmalig ausschließlich mit Transistoren bestückt. Durch die Heizschaltung wurde eine erhebliche Verbesserung der Frequenzstabilität erzielt. Es wurden LO-Leistungen von 30 bis 40 mW bei 10,224 GHz erreicht.

Der Sendemischer war auch in Streifenleitungstechnik mit einer BAT 14 Schottky-Diode ausgeführt. Ein neuartiges Zweikreis-Hohlleiterfilter nach DC8NV diente zur Filterung des Sendesignals. Das Filter hatte besonders kleine mechanische Abmessungen und wurde in die Leiterplattenanordnung integriert. Danach folgten zwei Verstärkerstufen mit CFY 13 von Siemens, die ohne Gate-Vorspannung im IDSS-Mode betrieben wurden. Die erreichte Ausgangsleistung lag bei ca. 80 mW.

Empfangsseitig erfolgt die Mischung ebenfalls mit einer BAT 14 Schottky-Diode. Der nachfolgende ZF-Verstärker war mit dem BFT66 Transistor bestückt. Das Spiegelfrequenzfilter war wieder mit einem Hohlleiterfilter, wie im Sendezweig, bestückt. Ein Vorverstärker mit dem MGF 1402 verbesserte die Eingangsempfindlichkeit des Systems. Die gemessenen Rauschzahlen lagen bei 4 dB NF. Der hier beschriebene Transverter war noch wesentlich kompakter als die vorher beschriebenen Schaltungen und verzichtete fast völlig auf Hohlleitertechnik.




1987 veröffentlichte Heino Schübbe, DJ6JJ, im DUBUS Magazin 2/87 einen Transverter, der alle Stufen auf einer Teflonleiterplatte vereinigte. Damit war der "Einplatinen-Transverter" geboren. .

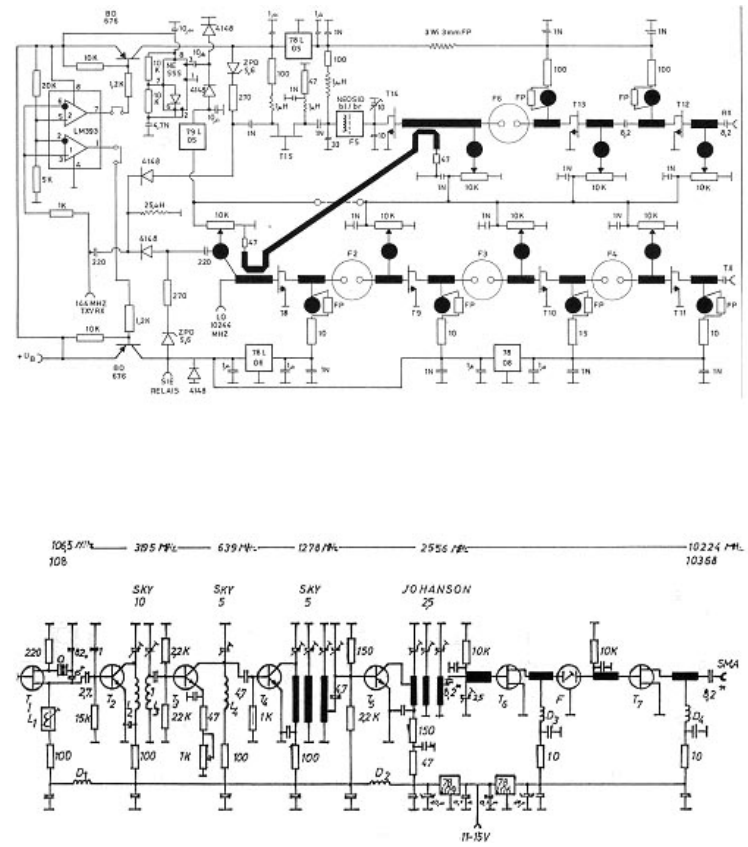
**Technik:**

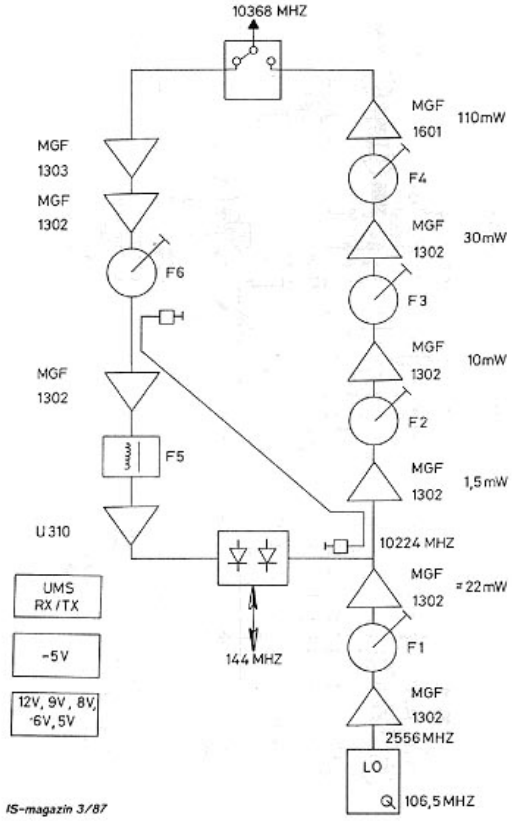
Ausgehend von dem bewährten FET-Oszillator bei 106,5 MHz, wurde das Signal über mehrere Stufen vervielfacht und verstärkt. Diese Stufen waren ausschließlich mit Transistoren bestückt. Zur Selektion der LO-Frequenz wurde erstmalig ein Cavity-Filter (Töpfchenfilter) auf die Leiterplatte gelötet und mit Drahtstiften ein-und ausgekoppelt. Hinter dem nachfolgenden LO-Verstärker mit dem MGF 1302 standen 20 mW an Leistung zur Verfügung.

Der Sendemischer war ein FET-Mischer, der ebenfalls mit einem MGF 1302 ausgeführt war. Danach folgten weitere Verstärkerstufen, die jeweils mit Töpfchenfiltern verbunden waren. Als Endstufe wurde der MGF1601 GaAs FET eingesetzt, der eine Ausgangsleistung von >100 mW ermöglichte. Empfangsseitig erfolgt die Mischung wieder mit einem MGF 1302. Der nachfolgende ZF-Verstärker war mit dem U310 FET bestückt.

Als Spiegelfrequenzfilter wurde ein weiteres Töpfchenfilter eingesetzt. Ein zweistufiger Vorverstärker mit einem MGF 1303 im Eingang ermöglichte eine Gesamtrauschzahl von <3 dB NF bei einer Verstärkung von 16 dB. Die ZF-Umschaltung erfolgte über Dioden. Die Steuerung dafür wurde durch eine Schaltspannung über die ZF-Steuerleitung gewonnen.

Der hier beschriebene Transverter war dank der Töpfchenfilter noch wesentlich kompakter als die vorher beschriebenen Schaltungen. Die Abmessungen der Teflonleiterplatte lagen bei 74 x 148 x 30 mm. Der Aufbau des Transvertes war sehr anspruchsvoll und kein Projekt für Einsteiger.

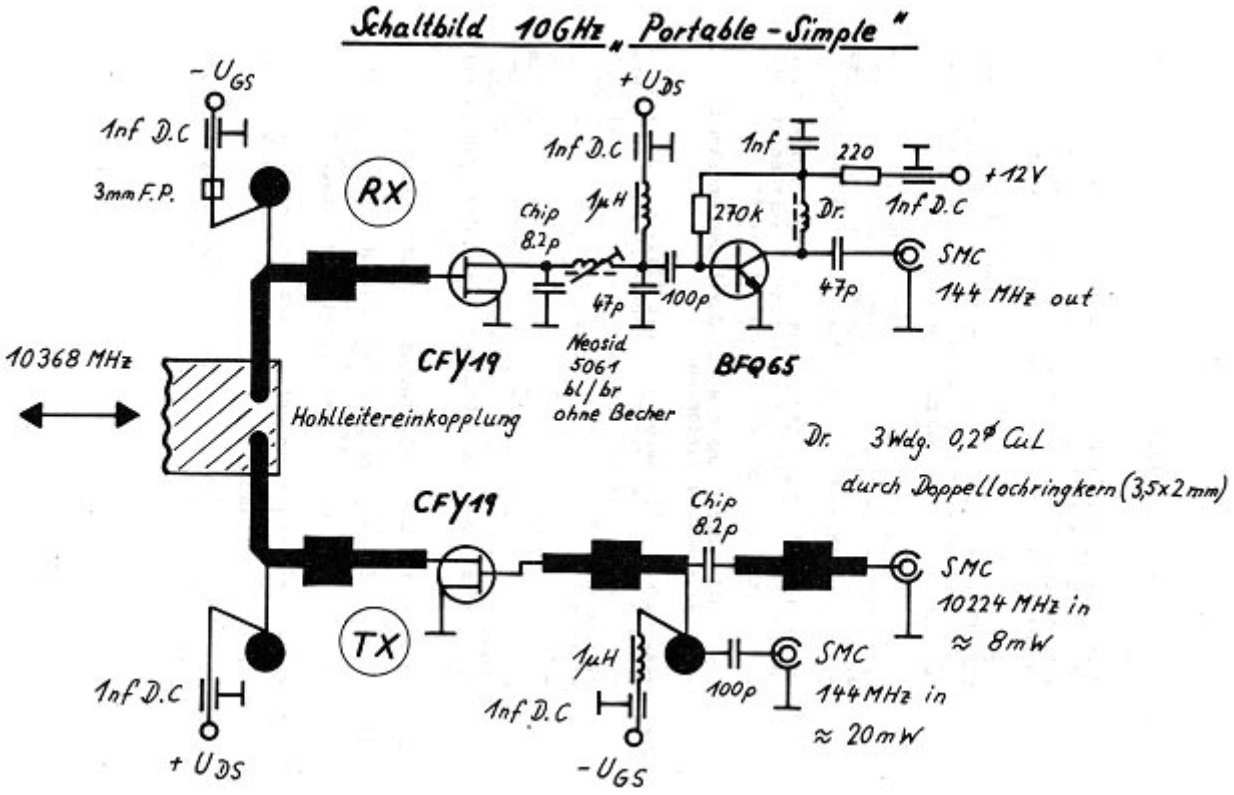





1988 beschrieb Jürgen Dahms, DC0DA, anlässlich der VHF-UHF-Tagung in München einen 10 GHz-Transverter, der auch als "Portable-Simple" bezeichnet wurde. Wie der Name schon verrät, ist die Schaltung sehr einfach gehalten und als Einstiegsprojekt für 10 GHz geeignet.

**Technik:**

Der Transverter bestand im Wesentlichen aus zwei einfachen GaAs FET-Mischern für Senden und Empfang, die mit CFY19 GaAs FETs bestückt waren. Der Aufbau erfolgte auf einer 70 x 40 mm großen Teflonleiterplatte, die direkt auf dem Hohlleiter montiert wurde. Die Einkopplung erfolgte über Koppelstifte. Auf Spiegelfrequenzfilter und HF-Verstärkerstufen wurde verzichtet. Beschreibung und Abgleichanleitung des Transverters waren besonders ausführlich.



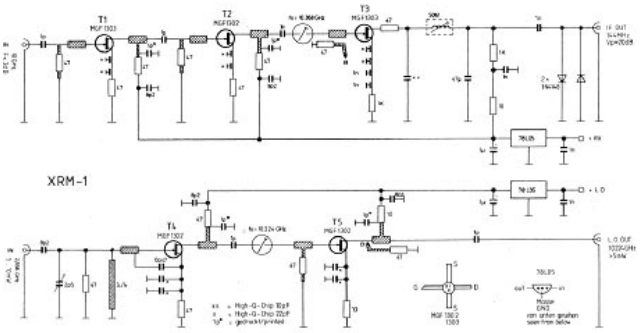

1989 beschrieb Jürgen Dahms, DC0DA, in der Zeitschrift UKW-Berichte 1/89 die Schaltung der SSB Electronic Baugruppen XLO-1, XRM-1 und XTM-1. Diese Module wurden schon seit mehreren Jahren von SSB Electronic als Fertigmodul angeboten. Nach dieser Veröffentlichung war auch ein Bausatz erhältlich. Der Transverter war somit als Fertigmodul und als Bausatz erhältlich, was bisher einmalig war. Damit trug er in hohem Maße zur Belebung des 10 GHz-Bandes bei.

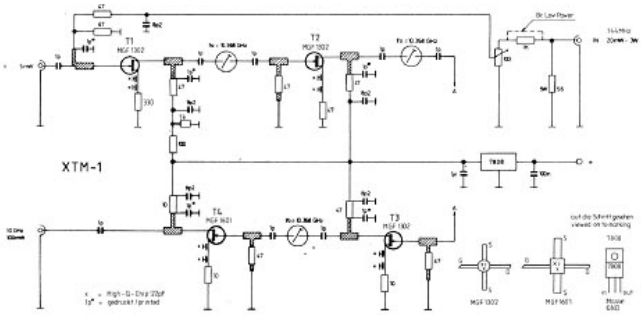
**Technik:**

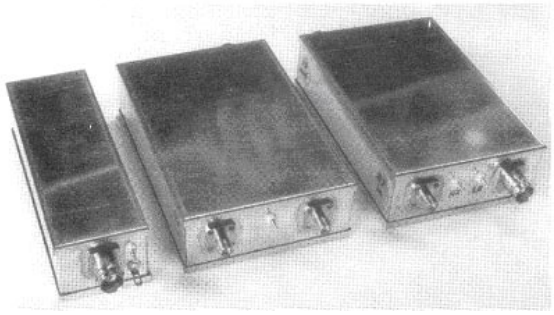
Der Transverter teilte sich in drei Baugruppen auf:
-Oszillator-Baugruppe mit 2556 MHz Ausgang und einer Leistung von >5 mW
-Sendemischer mit maximal 200 mW Ausgangsleistung
-Empfangsmischer mit <2 dB NF und 20 dB Verstärkung

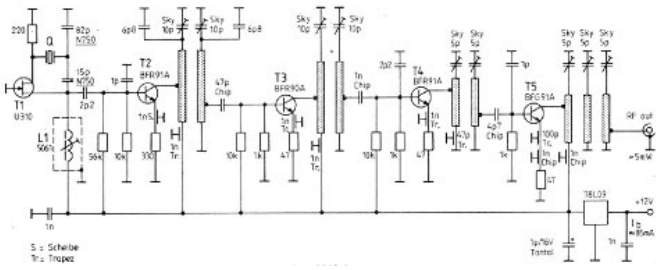
Der Oszillator war mit einem U310 FET bestückt und arbeitete auf 106,5 MHz. Danach wurde das Signal über mehrere Stufen vervielfacht. Diese Stufen und Filter waren komplett in Mikrostreifenleitungstechnik auf FR4-Leiterplatte ausgeführt.

Der Aufbau der 10 GHz-Module erfolgte auf 0,79 mm starken Teflonleiterplatten. Dabei wurden die Arbeitspunkte der GaAs FETs über Source-Widerstände und spezielle Abblockkondensatoren eingestellt. Als 10 GHz-Filter wurden die Cavity-Filter (Töpfchenfilter) eingesetzt, die erstmalig von DJ6JJ beschrieben wurden. Die Ein-und Auskopplung der Töpfchenfilter erfolgte hier induktiv über Drahtschleifen.



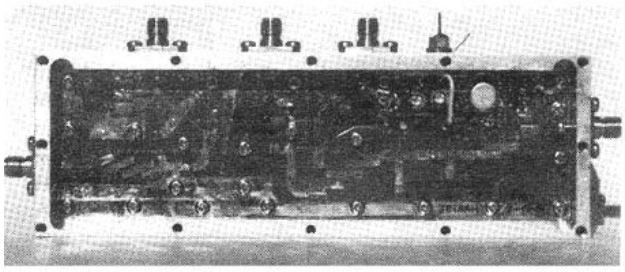



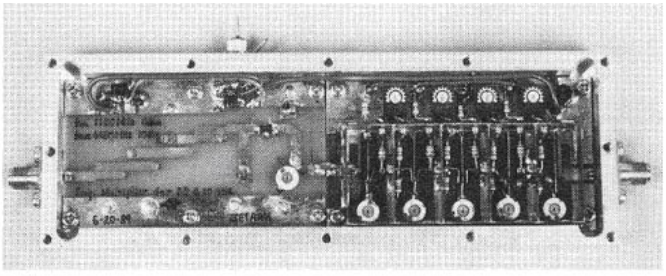


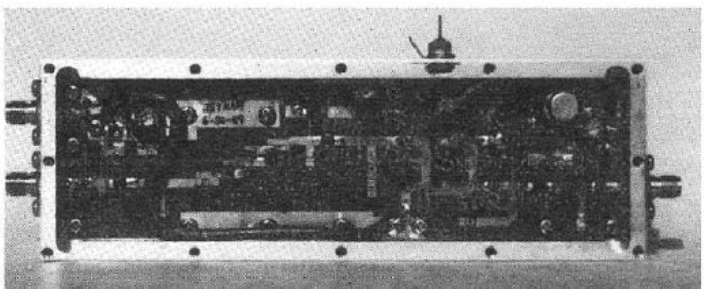
1990 beschrieb Toshihiko Takamizawa, JE1AAH, im DUBUS Magazin 2/90 sowie im DUBUS Technik BUCH III seinen ersten 10 GHz-Transverter.

**Technik:**

Erstmalig wurde bei der Frequenzaufbereitung von einem 1120 MHz PLL-Oszillator ausgegangen, der an einen 12,8 MHz-TCXO angebunden war. Die in verschiedenen Fräsgehäusen eingebauten Schaltungen verwendeten auch auf der 10 GHz-Seite Mikrostreifenleitungsfilter. Durch die eingeschränkte Selektion wurde eine Zwischenfrequenz im 23 cm-Band verwendet. Der Transverter fand in Europa nur wenige Nachbauer. .



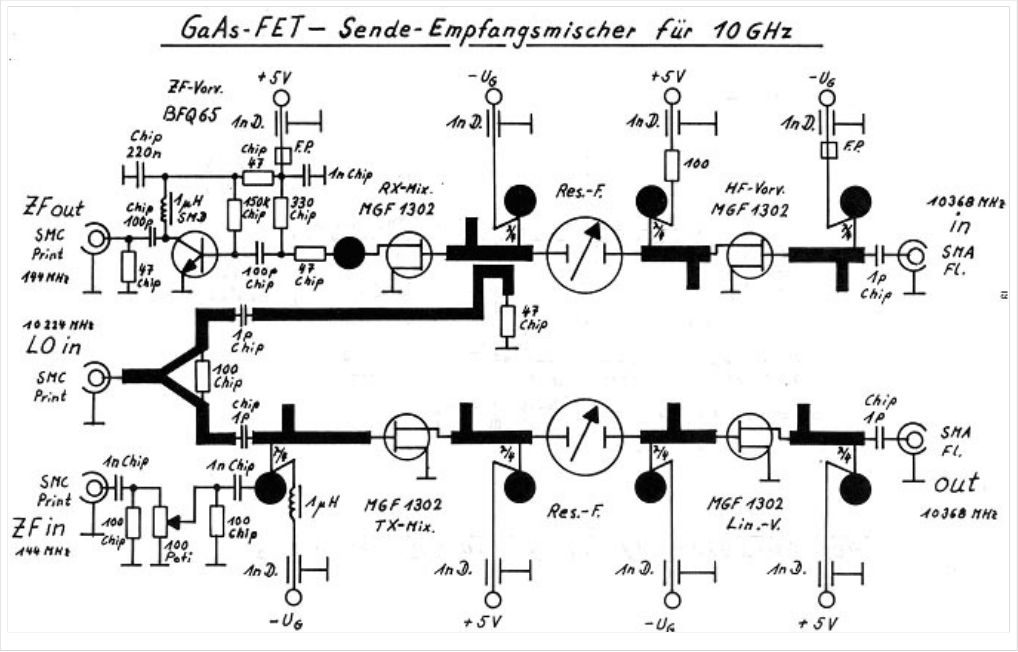




1991 beschrieb Jürgen Dahms, DC0DA, anlässlich der GHz-Tagung in Dorsten einen zweiten 10 GHz-Transverter. Die hier vorgestellte Schaltung war eine Weiterentwicklung seines 1988 beschrieben Transverters. Sie war sehr gut beschrieben und einfach nachzubauen.

**Technik:**

Das HF-Teil des Transverters war auf einer Teflonleiterplatte 55,5 x 111 x 30 mm untergebracht. Über einen Wilkinson-Leistungsteiler wurde die LO-Frequenz 10224 MHz auf Sende-und Empfangsmischer aufgeteilt. Die FET-Mischer sowie die Verstärkerstufen waren mit einem MGF 1302 ausgeführt. Die Selektion erfolgte mit dem nun mehr bekannten und bewährten Töpfchenfilter. Als ZF-Verstärker im Empfangszweig fand der BFQ65 Anwendung. Die Arbeitspunkteinstellung der Transistoren wurde auf einer eigenen Leiterplatte untergebracht. Die LO-Baugruppe bestand aus zwei weiteren Modulen. Zusammen bestand der Transverter aus vier bis fünf Einzelbausteinen. Die Ausgangsleistung wurde mit 20 mW und die Rauschzahl mit 6 dB NF angegeben.

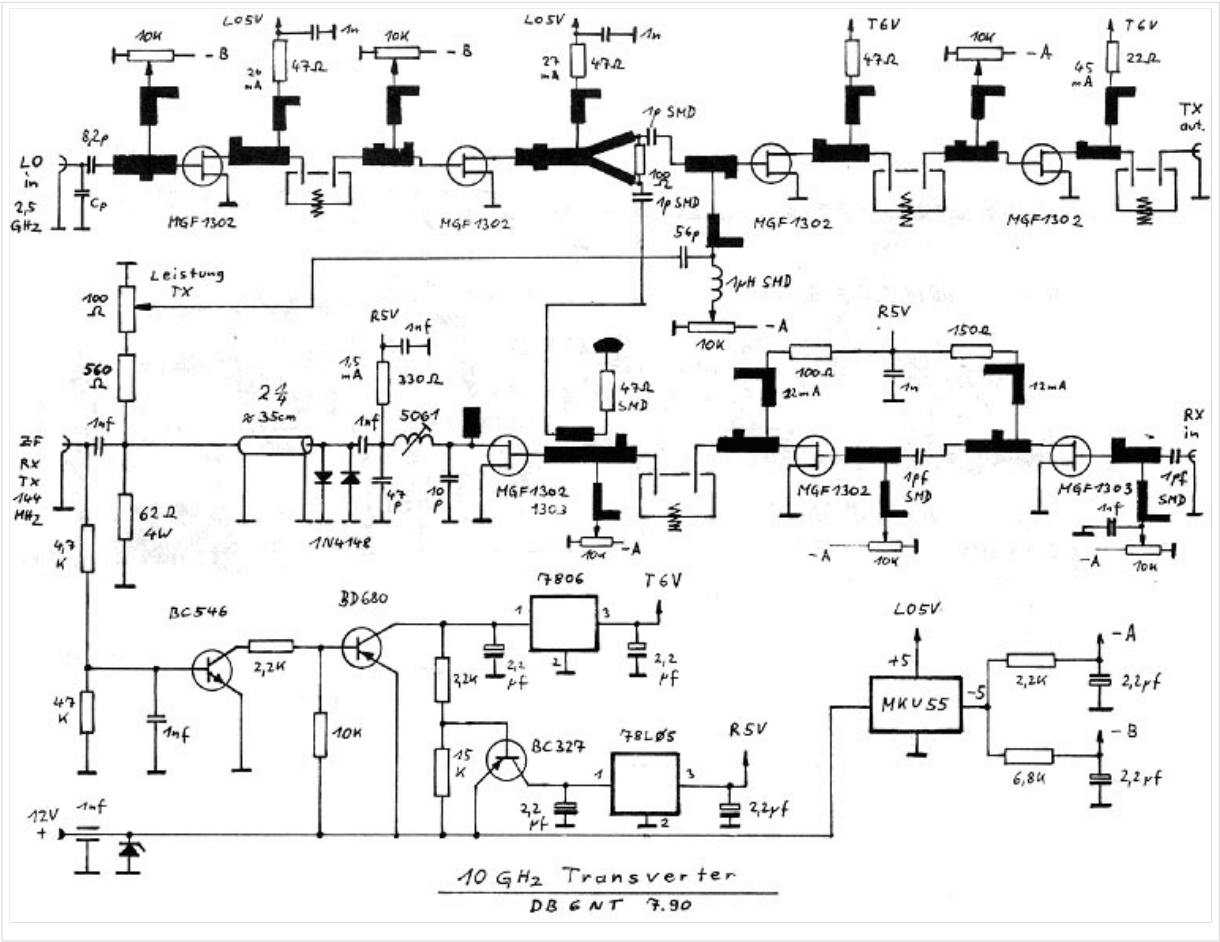



1991 beschrieb Michael Kuhne, DB6NT, anlässlich der GHz-Tagung in Dorsten einen ersten 10 GHz-Transverter. Eine Beschreibung wurde im DUBUS Magazin und im DUBUS Technik Buch III veröffentlicht. Der Transverter wird auch als Bausatz von der Firma EISCH in Ulm (www.eisch-electronic.com) angeboten. Leiterplatten sind ebenso erhältlich.

**Technik:** .

Ähnlich wie bei anderen Transvertern besaß das HF-Teil keinen eigenen Oszillator. 2556 MHz mit einer Leistung von 5 ...10 mW mussten extern eingespeist werden. Danach folgte eine FET-Vervierfacherstufe, die Selektion und ein LO-Verstärker mit anschließendem Leistungsteiler. Senderseitig wurde mit einem GaAs FET Mischer das 2 m-Signal auf 10368 MHz umgesetzt, gefiltert und nochmals verstärkt. Dabei wurden Ausgangsleistungen von 10 ... 20 mW erreicht. Diese Leistung reichte aus, um eine TWT-Verstärkerstufe oder eine externe Transistor-PA anzusteuern. Eine kleine 200 mW PA wurde separat beschrieben. .

Auf der Empfangsseite wurde das RX-Signal mit zwei Stufen verstärkt, gefiltert und mit einem GaAs FET auf die Zwischenfrequenz gemischt. Die Rauschzahl lag bei 2 dB NF bei einer Verstärkung von 20 dB. Zur Selektion kamen auch Töpfchenfilter zum Einsatz. Neu war das Integrierte ZF- Dämpfungsglied für 3 W Steuerleistung und die kontaktlose Umschaltung über ein Lambda-1/4 Koaxkabel. Somit konnte ein IC202 oder FT290 direkt ohne weitere Modifikation angeschlossen werden, was die Anwendung stark vereinfachte. Der Aufbau war sehr nachbausicher und ist bis heute sehr verbreitet. Der komplette Transverter bestand aus drei Modulen.



1992 beschrieb Peter Vogl, DL1RQ anlässlich der VHF-UHF-Tagung in München einen dritten Transverter, der mit einer Zwischenfrequenz im 70 cm-Band arbeitete und mit Microstripline-Filter ausgeführt war.

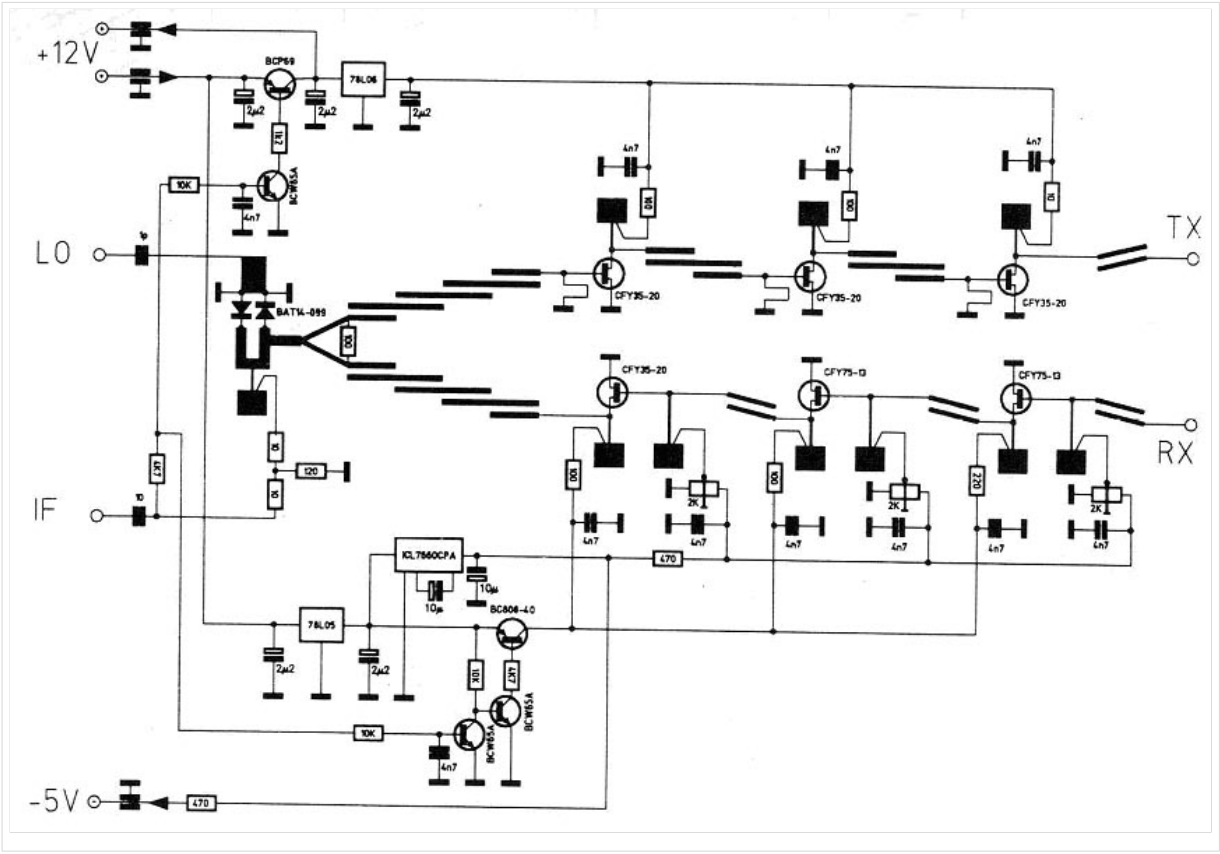
**Technik:**

Ähnlich wie bei anderen Transvertern, besaß das HF-Teil keinen eigenen Oszillator. 9936 MHz mit einer Leistung von 30 mW mussten extern eingespeist werden. Danach folgte ein Diodenmischer, der für Senden und Empfang benutzt wurde und das 70 cm-Signal jeweils umsetzte.

Nach dem Mischer erfolgte eine Leistungsteilung für den getrennten Empfangs-und Sendeweg, sowie jeweils die Spiegelfrequenzfilter, die in Microstriptechnik realisiert waren. Im Sendezweig wurde über drei Verstärkerstufen, die über weitere Filter gekoppelt waren, das Signal auf 50 mW verstärkt.

Auf der Empfangsseite wurde das RX-Signal mit drei Stufen verstärkt. Die Stufen waren mit Striplinekopplern verbunden. Danach folgte das Spiegelfrequenzfilter und dann der Mischer. Die Rauschzahl wurde mit 1,7 dB NF angegeben. Zum Einsatz kamen Transistoren der CFY-Reihe von Siemens.

Neu war die Kopplung und Selektion ausschließlich mit Microstrip-Technologie. Die dafür benötigten Berechnungen wurden mit MICROWAVE HARMONICA Software durchgeführt.



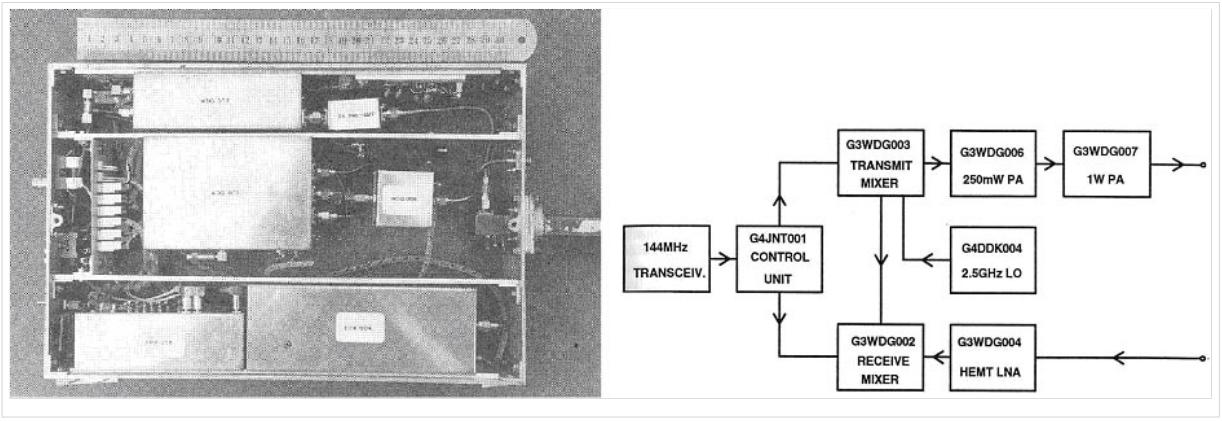
1993 beschrieb Sam Jewell, G4DDK, im DUBUS Magazin 3/93 sowie im DUBUS Technik BUCH IV seinen Transverter. Das System bestand aus mehreren Einzelbaugruppen und Leiterplatten. Die Baugruppen waren auch als Bausatz (von G3WDG) erhältlich.

**Technik:** .

Der 106,5 MHz-Oszillator war erstmalig mit einer Butlerschaltung ausgeführt. Danach folgten Vervielfacherstufen, die mit konventionellen Spulen und Streifenfiltern gekoppelt waren. Bei 2556 MHz wurde eine Leistung von 5 mW erreicht. Diese LO-Frequenz wurde im Sendemodul verstärkt und auf die Sende-und Empfangsmischer weitergeleitet. .

Empfangsseitig wurde ein zweistufiger Vorverstärker mit Töpfchenfilter, Diodenmischer und ZF-Verstärker eingesetzt. Die Rauschzahl wurde mit ca. 2,5 dB NF bei einer Verstärkung von ca. 25 dB angegeben.

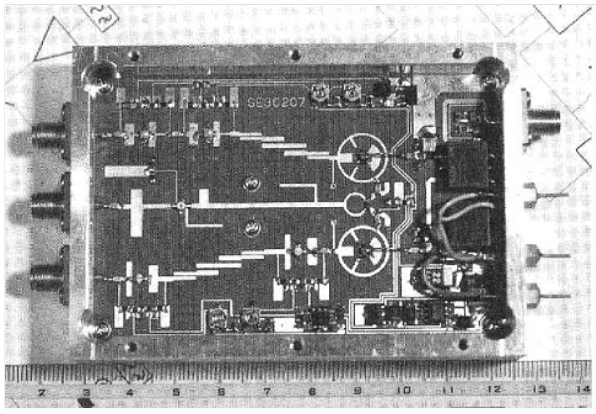
Sendeseitig wurde ein GaAs FET-Mischer sowie ein vierstufiger Verstärker verwendet, der über drei Töpfchenfilter gekoppelt war. Die Ausgangsleistung wurde mit 50 mW angegeben. Ferner wurde ein zusätzlicher Vorverstärker mit einer Rauschzahl von ca. 1 dB NF bei 12 dB Verstärkung und eine PA mit 250 mW beschrieben. Alles in allem wurden 6 bis 7 Module für das komplette System benötigt.

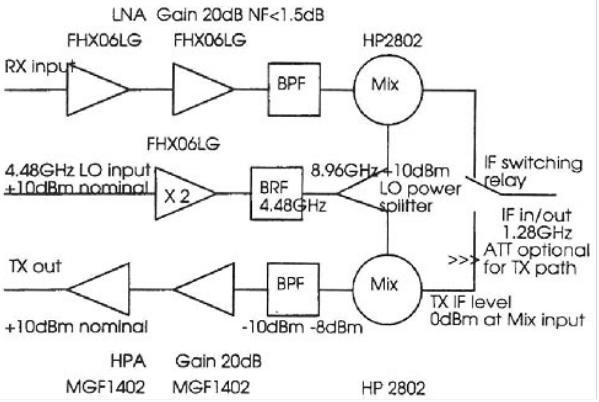



1995 beschrieb Toshihiko Takamizawa JE1AAH im DUBUS Magazin 2/95 sowie im DUBUS Technik BUCH V seinen zweiten 10 GHz-Transverter. Diese wurde von einem Freund Jun Shiozaki, 7N1OXG, entwickelt, der auch die Leiterplatten für 4500 Yen anbot. Bausätze waren erhältlich..

**Technik:**

Die auch hier extern einzuspeisende Oszillatorleistung betrug 10 mW bei 4,48 GHz. Nach einem Frequenzverdoppler mit Bandpassfilter wurde die LO-Leistung über einen Wilkinsonteiler auf die getrennten Rat-Race-Mischer für Senden und Empfang aufgeteilt. Microstrip-Bandpassfilter mit zweistufigen GaAs FET-Verstärkern sorgten für eine Ausgangsleistung von 10 mW und bei Empfang für eine Rauschzahl von ca. 1,7 dB NF bei 10 dB Verstärkung. Als ZF wurde das 23 cm-Band benutzt.






1997 beschrieb Matjaz Vidmar, S53MV, im DUBUS Magazin 3/97 sowie im Technik Buch IV einen SSB Transceiver mit Direktmischung nach der Phasenmethode.

**Technik:**

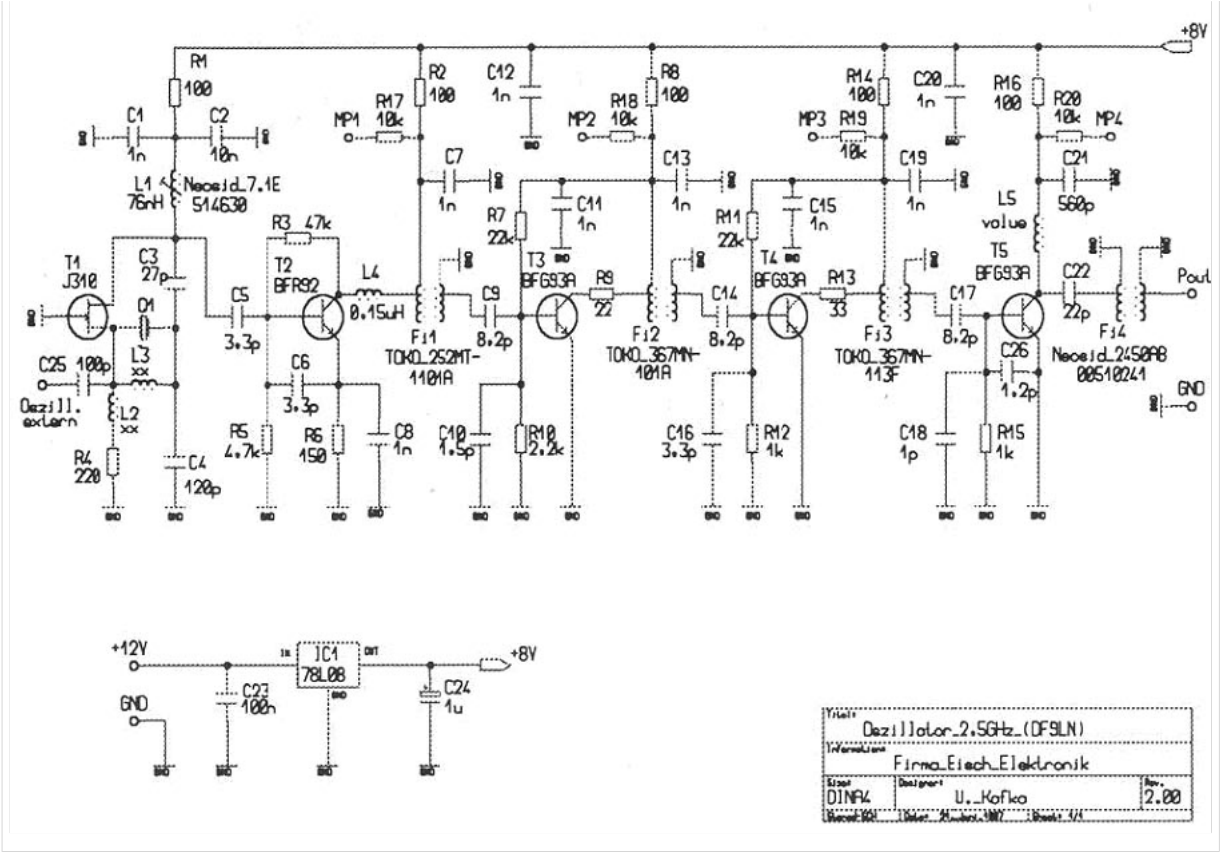
Die Frequenzabstimmung erfolgte über einen "gezogenen Quarzoszillator" mit Frequenzvervielfacher und Direktmischung in den NF-Bereich.
Die einzelnen Baugruppen waren in neun Weisblechgehäusen bzw. Leiterplatten untergebracht. Diese Transceiver wurden auch für andere Mikrowellenbänder beschrieben. Die kompletten Schaltungen sind auch auf seiner Webseite beschrieben: http://lea.hamradio.si/~s53mv/

Datei:directconversion.JPG
600px

1998 beschrieben Uwe Nitschke, DF9LN, und U. Kafka, DC8SE, im DUBUS Magazin 1/98 eine 2,556 GHz-Oszillatorbaugruppe. Erstmals kamen dabei Helixfilter zur Anwendung, die eine sehr gute Selektion des Signals und einen einfachen Abgleich der Schaltung ermöglichten. .
Das LO-Modul findet vor allem mit dem ersten DB6NT Transverter von 1991 Anwendung. Die Leiterplatten und Bausätze werden von der Firma EISCH in Ulm (www.eisch-electronic.com) angeboten.

**Technik:**

Der Oszillator war mit einem J310 FET bestückt und arbeitete auf 106,5 MHz. Danach wurde das Signal über mehrere Stufen vervielfacht. Diese Stufen waren komplett mit Helixfiltern gekoppelt und auf einer kommerziell gefertigten Leiterplatte untergebracht. Die Abmessungen betrugen 37 x 74 x 30 mm. Der Oszillatorbaustein ist sehr nachbausicher und nebenwellenarm.




1999 beschrieb Michael Kuhne DB6NT anlässlich der GHz-Tagung in Dorsten einen zweiten 10 GHz-Transverter. Die Unterlagen wurden auch im DUBUS Magazin 1/99 sowie im DUBUS Technik Buch IV veröffentlicht. Die Beschreibung ist auch auf der Webseite www.db6nt.de als PDF-Datei verfügbar. Die Baugruppe wird als Bausatz nach wie vor angeboten.

**Technik:**

Die als "Einplatinentransverter" konstruierte Schaltung ist im Gegensatz zu allen vorher veröffentlichen Schaltungen auf einer keramikgefüllten Leiterplatte realisiert. Das bringt den Vorteil einer höheren mechanischen Stabilität. Dies ist bei der verwendeten SMD-Technik von Vorteil, da bei mechanischer Beanspruchung des Transverters weniger Stress auf die Bauteile wirkt und die thermische Leitfähigkeit des Substrates eine bessere Wärmeverteilung gewährleistet. Durch das höhere "er" gegenüber dem bisher verwendeten Teflonmaterial ergeben sich auch mechanisch kleinere Filterstrukturen. Dadurch ist es möglich, die Schaltung auf einer kleinen Fläche zu realisieren.

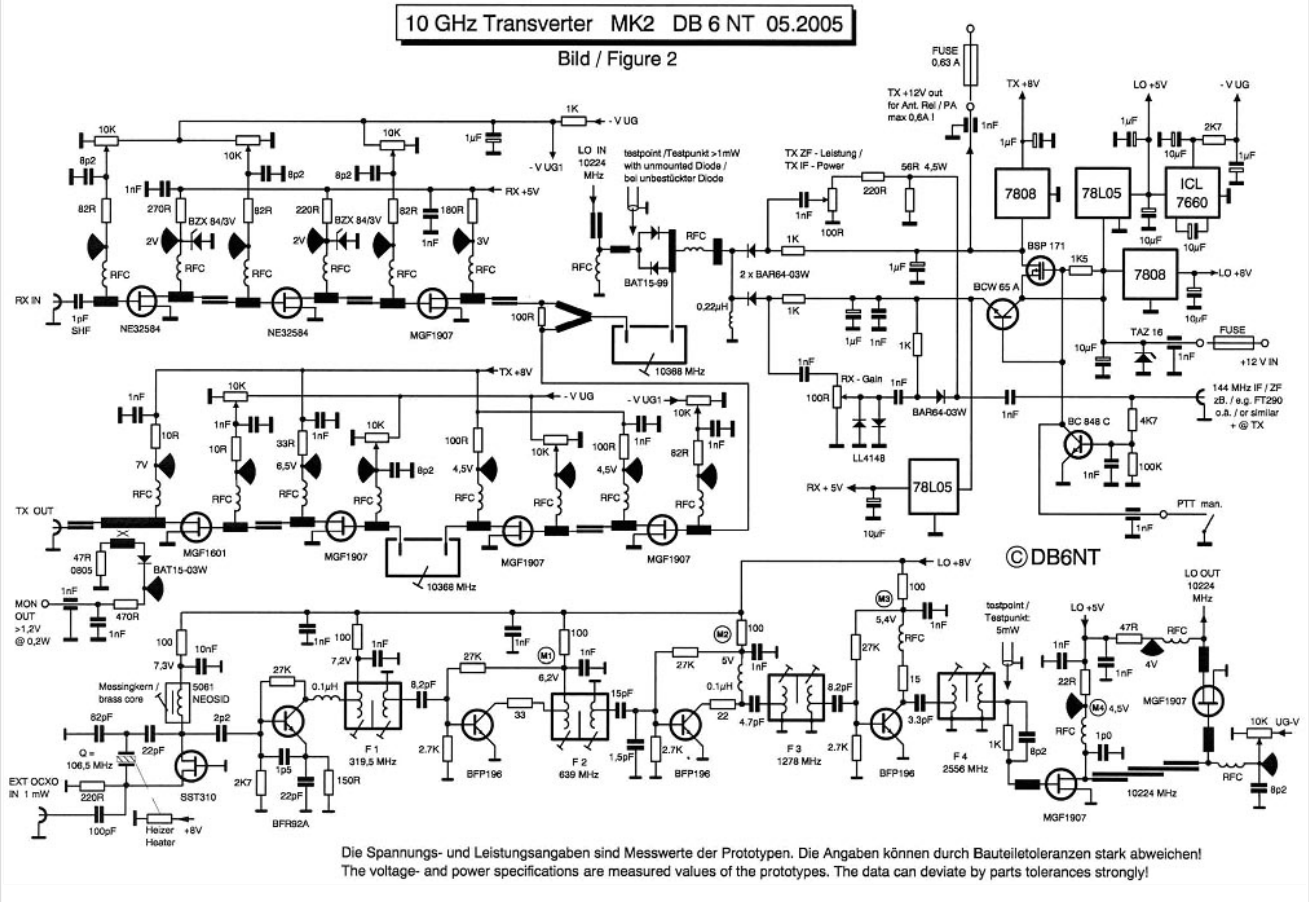
Im Empfangszweig wurden zwei GaAs FETs NE32584C von NEC eingesetzt. Diese Transistoren sind auch heute noch wegen ihrer hohen Stabilität sehr beliebt. Die elektrischen Streuungen sind extrem klein und garantieren eine hohe Reproduzierbarkeit von Mikrowellenschaltungen. Zwischen den Stufen dienen Filterstrukturen zur Kopplung. Ein einfach balancierter Diodenmischer mit vorgeschaltetem HQ-Resonator zur Spiegelfrequenzunterdrückung setzt das Signal in den ZF-Bereich um. Die Gesamtrauschzahl beträgt 1,2 dB NF bei 20 dB Verstärkung.

Die Verstärkung lässt sich getrennt für Sende-und Empfangszweig einstellen. Zur ZF-Umschaltung von Senden auf Empfang wurden PIN-Dioden eingesetzt. Die maximale ZF-Steuerleistung beträgt 3 W. Somit konnte wie bei der ersten Version ein IC202 oder FT290 direkt ohne weitere Modifikation angeschlossen werden, was die Anwendung stark vereinfachte.

Der auch im Sendeteil benutzte Diodenmischer setzt das Signal auf 10 GHz um. Das Spiegelfrequenzfilter des Empfängers wird auch im Sendefall genutzt. Ein Wilkinsonteiler teilt die Signalwege. Im folgenden Sendeverstärker werden GaAs FETs MGF1302 (jetzt MGF1907) eingesetzt. Ein weiteres Filter sorgt für eine Erhöhung der Nebenwellenunterdrückung.

In der Endstufe findet der MGF1601 Anwendung. Die Ausgangsleistung beträgt >200 mW. Am Ausgang ist ein Mikrostripline-Richtkoppler mit Schottkydiode eingebaut, der proportional zur Ausgangsleistung eine Gleichspannung abgibt. Diese Spannung dient im Betrieb zur Überwachung der Ausgangsleistung und ist beim Abgleich ohne Leistungsmesser hilfreich.

Der Quarzoszillator bei 106,5 MHz war in den ersten Jahren mit einem PTC-Quarzheizer stabilisiert. Es kam ein 40 °C-Thermostatenquarz zum Einsatz. Nach dem die Firma MURATA die Produktion der Heizer einstellte, wurde der Präzisionsheizer QH40A eingesetzt. Die auf einem kleinen Keramikhybrid aufgebaute Schaltung ergab eine weitaus höhere Temperaturkonstanz und somit auch eine höhere Frequenzstabilität. Wurde ein Quarz mit 103,5 MHz bestückt, konnte ohne weitere Änderung der Abgleich auf 432 MHz Zwischenfrequenz erfolgen. Dadurch stieg die Nebenwellenunterdrückung auf 55 dB. Eine Transientenschutzdiode TAZ wurde eingebaut, um den Transverter bei zu hoher Versorgungsspannung oder Verpolung durch eine externe Sicherung zu schützen. Dies ist in der Praxis im Laboraufbau und im Portabeleinsatz von unschätzbarem Wert, hi.




2008 Beschrieb Michael Kuhne DB6NT anlässlich der VHF-UHF-Tagung in München seinen dritten 10 GHz-Transverter. Diese Baugruppe wird nur als Fertigmodul angeboten.

**Technik:**

Die Technik entspricht weitgehend der Version des 1999 entstandenen Transverters 10G2. Es wurden jedoch alle Erkenntnisse der letzten Jahre in die neue Version 10G3 eingebracht.

1.) Frequenzanbindung an eine 10 MHz Referenzquelle

Für EME, WSJT sowie TROPO DX ist eine sehr hohe Frequenzstabilität erforderlich. Bisher verwendete 106,5 MHz OCXOs, die als externe Quelle eingespeist wurden, sind nicht immer frequenzstabil. Sie unterliegen einer mehr oder weniger hohen Alterung und besitzen nur eine eingeschränkt gute Rückkehrgenauigkeit. Bei dieser Transverterversion wurde der beheizte Quarzoszillator beibehalten, jedoch ist es möglich, mit einer Abstimmdiode und einer extrem langsamen PLL diese Frequenz an eine externe 10 MHz-Referenzquelle anzubinden.

Die PLL-Schaltung arbeitet mit einer Schleifenfilterfrequenz im Hertzbereich. Dadurch wird praktisch das Seitenbandrauschen nicht verschlechtert und die guten Eigenschaften des Quarzoszillators werden beibehalten. Die 10 MHz können von hoch stabilen OCXOs, Referenzoszillatoren von Frequenzzählern, Rubidium-Fequenznormalen oder GPS-gesteuerten Referenzquellen stammen. Wird keine externe Referenzquelle eingespeist, oder fällt diese aus, arbeitet der Quarzoszillator ganz normal als temperaturkompensierter Oszillator weiter.

2.) Einbau eines 5 W-Dämpfungsgliedes im ZF-Sendeteil

Viele in den letzten Jahren auf den Markt gekommenen 144 MHz-Transceiver können nicht weniger als 5 W Sendeleistung abgeben. Dies erforderte eine Anpassung der Schaltung und den Einbau eines zweipoligen Relais für die ZF-Umschaltung. Dadurch ist ein sicherer Betrieb auch bei 5 W ZF-Leistung möglich.

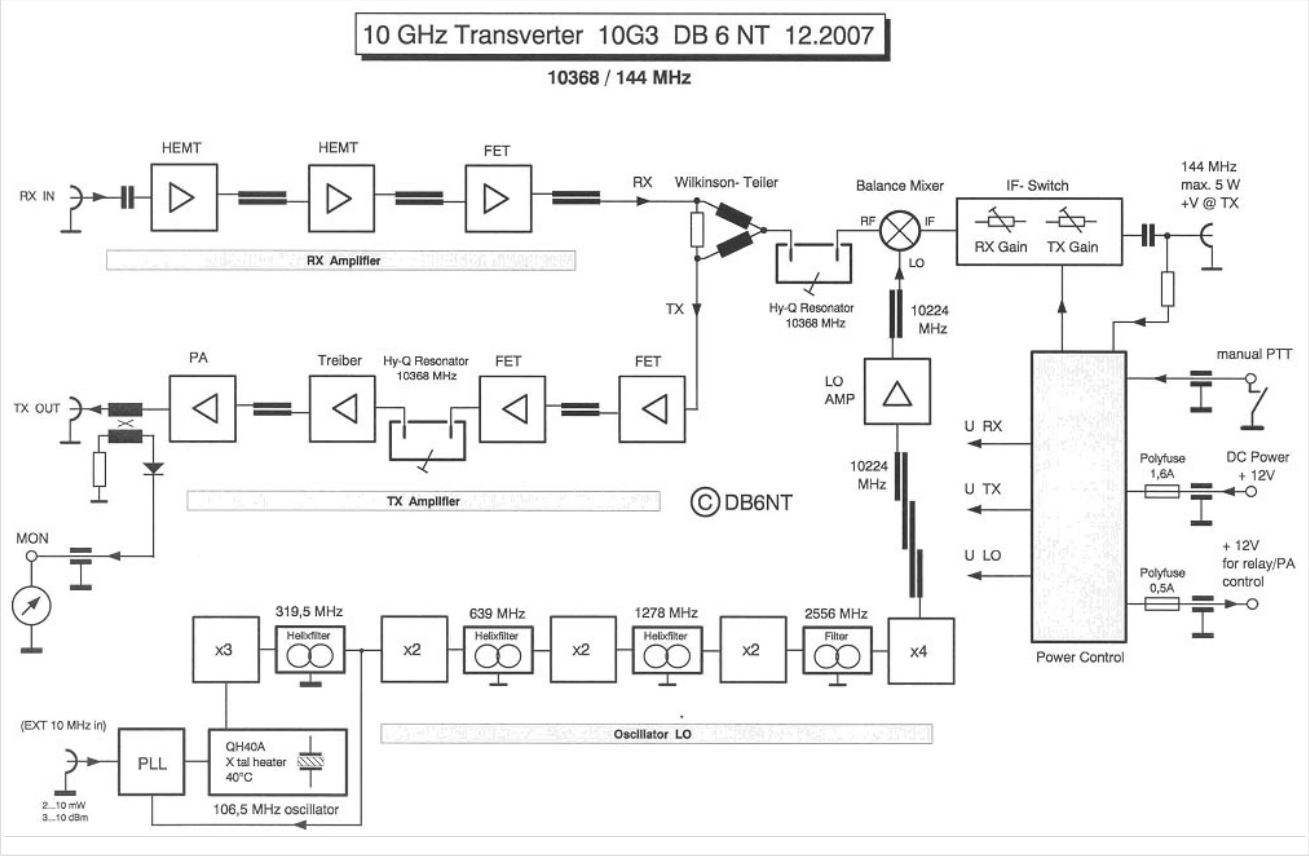
3.) Polyfuses

Selbstrückstellende Sicherungen (Polyfuses) verhindern eine Beschädigung des Transvertermoduls, besonders beim Portabeleinsatz.

4.) Automatische Arbeitspunkteinstellung der GaAs FETs garantieren auch bei verschiedenen Arbeitstemperaturen der Baugruppe optimale Parameter.

5.) Ein interner Sequenzer sorgt für eine sichere zeitgesteuerten Sende-Empfangsumschaltung.

6.) Um die Zuverlässigkeit weiter zu verbessern, wurden die Tantalkondensatoren durch Keramikkondensatoren ersetzt.




Zusammenfassung:

Ich denke, dass die Transverterentwicklung der vergangen 30 Jahre dank der Halbleitertechnologie, der Mikrostreifenleitertechnik und anderer kleiner Verbesserungen zu einer gewaltigen Aktivitätssteigerung führte. Wenn auch durch die Autoren verschiedene Ziele und Prioritäten bei der Entwicklung ihrer Transverter verfolgt wurden. Top Contest-Stationen erreichen heute knapp 100 Stationen auf 10 GHz und übertreffen die QSO-Zahlen im 13 cm-

Band. Die Betriebsart Regenscatter erfreut sich einer großen Beliebtheit und ermöglicht auch QSOs über 400 km mit kleiner Sendeleistung von schlechteren Standorten aus. Die derzeitigen Entfernungsrekorde auf 10 GHz in SSB/CW liegen via Tropo bei 2079 km und mit Regenscatter bei 1008 km. Contest-QSOs über 500 km bei normalen Bedingungen mit gut ausgerüsteten Stationen von guten Standorten sind keine Seltenheit.

Im Durchschnitt werden Sendeleistungen von 5 W verwendet. Clubstationen haben bis zu 50 W. Die Antennen sind Prabol Spiegel bis zu einem Durchmesser von 3 m. Für EME sind die Antennen oft noch größer. Die Transverter werden dabei meist direkt an der Antenne montiert. Leider ist die Selbstbauleidenschaft stark zurückgegangen. Es wird oft auf fertige Module zurückgegriffen, die dann zu einem fertigen Gerät komplettiert werden.

Hinweise:

Die Schaltungsauszüge sind aus folgenden Literaturquellen entnommen:

```
-DUBUS Magazin sowie die DUBUS Technik Bücher
-Zeitschrift UKW-Berichte Baiersdorf
-Tagungsbände der VHF-UHF-Tagung in München
-Tagungsbände der GHz-Tagung in Dorsten
-Tagungsbände der UKW-Tagung in Weinheim
```

```
Ich danke allen Autoren für Ihre Unterstützung,
```

```
Michael Kuhne, DB6NT
```

zurück zu GUNN-Plexer

zurück zu Die Entwicklung der Mikrowelle im Amateurfunk

# Was sind Mikrowellen?

- **Was sind eigentlich Mikrowellen?**
- **Mikrowellen im Amateurfunk?'**

Mikrowellen sind elektromagnetische Wellen die als Gleichung beschrieben werden können. Der Begriff "Mikro" leitet sich davon ab dass die Wellenlänge extrem kurz ist. Zum Vergleich: UKW Radio mit der Frequenz von 100 MHz entspricht einer Wellenlänge von 3 Meter. 300 MHz entsprechen einer Wellenlänge von 1 Meter. Diese Wellenlängen sind sind im Vergleich zur Mikrowelle eher lang. Üblicherweise wird der Frequenzbereich beginnend ab 1000 MHz (1 Gigahertz/1 GHz) bis zu 300 GHz als Mikrowellenbereich bezeichnet. Das entspricht Wellenlängen von 30 cm bis hin zu 1 mm.

- **Typische Industrielle Anwendung von Mikrowellen:**

```
Richtfunkverbindungen
Radar
Satelliten Übertragungsstrecken
WLAN
Sensoren
Medizin
Radioastronomie
Mikrowellenherd
Strahlenwaffe
```

Eine präzise Zuordnung und Abgrenzung ist nicht zu 100% möglich, z.B. wurde Radar (Radio Aircraft Detection and Ranging) bereits im Kurzwellenband (russian woodpecker) bzw. auch im Frequenzbereich von 800 bis 900 MHz eingesetzt. Während die meisten Anwendungen in klassischer Weise hauptsächlich mit Nachrichtentechnik zu tun haben fällt z. B. der Mikrowellenherd eher nicht unter diese Kategorie. Auch Mobiltelefone die im Frequenzbereich von 1880 MHz (GSM) bzw. 2200 MHz (UMTS) arbeiten, sind auch nicht wirklich der Mikrowelle zuzuordnen.

Im Amateurfunk verwenden wir Mikrowellen ausschließlich zur Übermittlung von Sprache, Daten oder Bildern ohne kommerziellen Anspruch. Die Nutzung ist dabei ähnlich wie die auf UKW bzw. UHF. Der wesentliche Unterschied zwischen UKW/UHF und der Mikrowelle besteht in den unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen und in den mechanischen Abmessungen der aktiven Module, Geräte, Antennen und HF-Leitungen und im Wegfall der klasssischen mobilen Anwendungen via Umsetzer oder Repeater.

- **Einteilung und Benennung der Frequenzbereiche:**

Richtfunkanlage

```
  3 MHz bis  30 MHz  HF
Bereich (KW)
 30 MHz bis 300 MHz VHF
Bereich (UKW)
300 MHz bis   3 GHz UHF
Bereich (UHF)
  3 GHz bis  30 GHz SHF
Bereich (SHF)
 30 GHz bis 300 GHz EHF
Bereich (EHF)
```

Radarantenne

über 300 GHz (Terahertz Bereich) beginnt der Infrarote Bereich mit dem Übergang zum sichtbaren Licht.(d.h. der Übergang von der Hertzschen Welle zur Infrarotstrahlung) In diesem Bereich wird die Frequenz nicht mehr in Hertz sondern als Wellenlänge in nano-Meter (nm) angegeben. Die Erzeugung solcher extrem kurzen Wellen erfolgt direkt durch eine Licht Quelle, z.B. einem Laser der auch gleich das Sendemodul darstellt und das Ausgangssignal direkt auf der gewünschten Wellenlänge erzeugt. Weiters verwendet man in diesem Bereich keine elektrisch erregten Antennen, sondern optische Systeme bzw. Linsen. Der eigentliche Mikrowellenbereich erstreckt sich daher auf den Frequenzbereich von 3 GHz bis 300 GHz.

- **Für den Amateurfunk stehen im Mikrowellenbereich folgende Frequenzbänder zur Verfügung:**

```
23 cm band    1,240  GHz  bis    1,300 GHz (S)
13 cm band    2,304  GHz  bis    2,310 GHz (S)
13 cm band    2,320  GHz  bis    2,322 GHz (S)
13 cm band    2,400  GHz  bis    2,450 GHz (S)
9 cm  band    3,400  GHz  bis    3,410 GHz (S)
6 cm  band    5,650  GHz  bis    5,850 GHz (S)
3 cm  band   10,368  GHz  bis   10,370 GHz (S)
3 cm  band   10,400  GHz  bis   10,450 GHz (S)
1,2cm band   24,000  GHz  bis   24,050 GHz (P)
6 mm  band   47,000  GHz  bis   47,200 GHz(Pex)
4 mm  band   76,000  GHz  bis   77,500 GHz (S)
4 mm  band   77,500  GHz  bis   78,000 GHz (P)
2 mm  band  122,250  GHz  bis  123,000 GHz (S)
2 mm  band  134,000  GHz  bis  136,000 GHz (P)
1 mm  band  241,000  GHz  bis  248,000 GHz (S)
1 mm  band  248,000  GHz  bis  250,000 GHZ (P)
```

Datei:erdefunkstelle raisting 1.jpg

Erdefunkstelle

Bem.: Von November 2008 bis Ende Dezember 2011 durften in Österreich Inhaber der Lizenzklasse 1, Aussendungen auf Frequenzen über 275GHz auf sekundärer Basis durchführen.

(S) dem Amateurfunk auf sekundärer Basis zugewiesen
(P) dem Amateurfunk auf primärer Basis zugewiesen
(Pex) dem Amateurfunk exklusiv zugewiesen

Die Mikrowellenbänder sind seit Jahren einer permanenten Begehrlichkeit ausgesetzt. Militär, Staat (Regulator), Industrie und auch Funkamateure sind ständig bemüht weitere Frequenzsegmente der nur begrenzt zur Verfügung stehenden Frequenzresourcen zur alleinigen Nutzung zugeteilt zu bekommen. Noch nie war es für den Amateurfunk so wichtig die im Mikrowellenbereich zugeteilten Frequenzabschnitte zu (be)nutzen und abzusichern.

„ Use it or lose it“ !!

Text von OE4WOG

Zurück zu Einleitung Mikrowelle

Die Entwicklung der Mikrowelle im Amateurfunk

Die Geschichte der Elektromagnetischen Wellen

Testseite