

## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| 1. Mikrowellen DX Rekorde .....                        | 2  |
| 2. Die Entwicklung der Mikrowelle im Amateurfunk ..... | 7  |
| 3. Mikrowellen - Erstverbindungen .....                | 14 |

## 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](mailto:oe8fnk@oevsv.at)

### Inhaltsverzeichnis

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

**5.760 MHz - 6 cm**

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

**10.368 GHz - 3 cm**

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

**24 GHz - 1,2 cm**

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

**47 GHz - 6,4 mm**

| IARU Reg. | DX (km)    | call 1      | loc 1  | call 2      | loc 2  | mode       | date          |
|-----------|------------|-------------|--------|-------------|--------|------------|---------------|
| 1         | 287        | F5CAU<br>/P | JN24PD | F6BVA<br>/P | JN12GM | SSB        | 1998 12<br>26 |
| 2         | <b>343</b> | AD6FP       | DM07BS | W6QI        | DM04MS | SSB<br>/CW | 2005 10<br>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         | <b>252</b> | 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         | <b>132</b> | 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         | <b>114,4</b> | 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         | <b>79,7</b> | 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         | <b>114</b> | 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         | <b>1,4</b> | 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         | <b>1,42</b> | 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         | <b>0,05</b> | 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)

## 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 größtenteils 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 Bernardino 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 Frequenzhuben 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 Funkamateure 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 Sendes 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 Funkamateure 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](#)

## 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 .....            | 15 |
| 2  | 2.320 MHz - 13 cm .....            | 16 |
| 3  | 3.400 MHz - 9 cm .....             | 17 |
| 4  | 5.760 MHz - 6 cm .....             | 18 |
| 5  | 10.368 MHz - 3 cm .....            | 19 |
| 6  | 24 GHz - 1.2 cm .....              | 20 |
| 7  | 47 GHz - 6 mm .....                | 21 |
| 8  | 76 GHz - 4 mm .....                | 21 |
| 9  | 122 GHz - 2,5 mm .....             | 22 |
| 10 | 134 GHz - 2,2mm .....              | 22 |
| 11 | 241 GHz - 1,2mm .....              | 22 |
| 12 | Optischer Bereich .....            | 22 |
| 13 | 214 THz - cca. 940 nm (IR A) ..... | 22 |
| 14 | 394 THz - cca. 660 nm (rot) .....  | 23 |

---

**1.296 MHz - 23 cm**


---

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

|     |          |          |               |
|-----|----------|----------|---------------|
| ON  | OE9PMJ/9 | ON5GF    | 03            |
| OZ  | OE2CAL   | OZ7LX    | 1982 10<br>30 |
| PA  | OE2OML   | PA0JOU   | 1974 01<br>21 |
| S5  | OE1KTC   | S59DBC   | 1993 03<br>06 |
| SM  | OE2CAL   | SM6HYG   | 1982 10<br>30 |
| SP  | OE1XXA   | SP9AFI/9 | 1979 07<br>14 |
| TK  | OE5VRL/5 | TK8R     | 2008 10<br>05 |
| UA2 | OE5VRL/5 | RW2F     | 2018 07<br>08 |
| UB5 | OE3RLC   | UB5DAA   | 1983 11<br>09 |
| Y2  | OE2CAL   | Y23TI/P  | 1984 06<br>10 |
| YL  | OE5VRL/5 | YL3AG    | 2012 10<br>20 |
| YO  | OE1WRS   | YO2IS    | 1986 12<br>06 |
| YU  | OE6KPG   | YU3DL    | 1976 10<br>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<br>04   |
| DL | OE2SA/P      | DL1EI/P | 1959 10<br>10   |
| EU | OE5VRL<br>/5 | EW1AA   | 2016 08<br>26   |
| F  | OE9XXI       | F1AHO/P | 1984 07<br>07   |
| G  | OE2CAL       | G4CBW   | 1985 10<br>13   |
| GW | OE5VRL<br>/5 | GW3TKH  | 2012 11<br>15   |
| HA | OE3XUA       | HG8VF   | ca. 10<br>/1987 |

|            |              |                  |               |
|------------|--------------|------------------|---------------|
| HB         | OE9XXI       | HB9AJF/P         | 1985 12<br>28 |
| HB0        | OE9XXI       | HB0/OE1ERC<br>/M | 1987 04<br>02 |
| I          | OE6AP/8      | I4JED/4          | 1986 07<br>20 |
| LX         | OE5VRL<br>/5 | LX1DB            | 2004 12<br>07 |
| LY         | OE5VRL<br>/5 | LY3A             | 2016 08<br>26 |
| OK         | OE3LFA       | OK1AIY/P         | 1982 10<br>02 |
| OM         | OE5VRL<br>/5 | OM3TTL/P         | 1994 07<br>03 |
| ON         | OE2CAL       | ON5GF            | 1984 10<br>16 |
| OZ         | OE3LFA       | OZ7IS            | 1983 07<br>31 |
| PA         | OE1ERC<br>/9 | PE0MAR/P         | 1983 07<br>03 |
| S5         | OE3XKW       | S51ZO            | 1997 06<br>08 |
| SM         | OE3EFS<br>/3 | SM7ECM           | 1995 10<br>12 |
| SP         | OE5VRL<br>/5 | SO3EP            | 1995 05<br>06 |
| TK         | OE5VRL<br>/5 | TK/F2CT          | 2014 06<br>29 |
| UR<br>(UB) | OE3A         | UR7D             | 2009 07<br>05 |
| YO         | OE3A         | YO2KDT/P         | 2010 10<br>02 |
| YU         | OE6AP        | YU3DBC           | 1985 10<br>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<br>/P | DL3MBG      | 2015 08<br>09 |
| HA | OE5VRL<br>/5 | HA8MV<br>/P | 2015 10<br>01 |
|    | OE5VRL       |             | 2015 10       |

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

### 5.760 MHz – 6 cm

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

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

### 10.368 MHz - 3 cm

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

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

## 24 GHz - 1.2 cm

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

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

## 47 GHz - 6 mm

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

## 76 GHz - 4 mm

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

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

## 122 GHz - 2,5 mm

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

## 134 GHz - 2,2mm

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

## 241 GHz - 1,2mm

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

## Optischer Bereich

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

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

---

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

---

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

\*) Sonderrufzeichen f. DL7UHU \*\*) f. DL2CH

[Einleitung Mikrowelle](#)

[Die Entwicklung der Mikrowelle im Amateurfunk](#)

[Mikrowellen DX Rekorde](#)