

## Ausbreitung im 80-m-Band

### Autor:



Wilhelm Hombach, DL4KAL ex DD0KI, Lizenz seit 1976, lange Zeit im technischen Dienst des Auswärtigen Amtes, dort Planung, Aufbau und Instandsetzung von Kurzwellenfunkanlagen im In- und Ausland, danach Planung und Aufbaukontrolle im Digitalen Mobilfunknetz der Telekom, derzeit aus persönlichem Interesse als Reisesicherheitsexperte in Altersteilzeit tätig, Interessen: Weak-Signals, spezielle Kommunikationswege

### Vorwort:

Gerade in Zeiten des Sonnenfleckenninimums konzentriert sich der Funkbetrieb auf die unteren Bänder und so sind Frequenzen im 80-m-Band derzeit stark genutzt.

Dieser Text soll und kann kein Kompendium für den 80m-Funk sein. Er ist das Ergebnis eigener Überlegung und Recherche speziell zur Bodenwellenausbreitung auf diesem Band. Angeregt wurde ich durch eine Diskussion während einer sonntäglichen Runde im 80-m-Band.

Meine Aussagen begründen sich im wesentlichen, aber nicht nur auf empirische Untersuchungen der Internationalen Fernmeldeunion ITU. Diese hat ihre Ergebnisse in der Radio Recommendation [1,2] allgemein zugänglich veröffentlicht. Im weiteren habe ich eigene Erfahrungen durch etwa zweijährige Tests mit einer lokalen Gruppe Funkamateure.

## **Vorbemerkung:**

Die Untersuchungen der ITU gelten für den kommerziellen Kurzwellenfunk. Deshalb sind sie mit einer Sendeleistung von einem Kilowatt, optimal für den Experimentalfall abgestimmten Antennen und in störungsarmer Umgebung durchgeführt worden. Für den Amateurfunk bedeutet dies, dass erhebliche Dämpfungszuschläge für meist nicht optimale Antennen, nicht optimale Umgebung und einem mittlerweile erheblichen Störpegel zu machen sind.

Für die Pegelrechnungen habe ich den Noise Reporter [Bild 1} von Thilo Kootz, DL9KCE [3] genutzt.

## **Antennen und Polarisation:**

Antennen haben auf die Ausbreitung einen erheblichen Einfluss. Dies ist nichts Neues. Zu beachten ist jedoch, dass sie ihre Leistung auch im Ausbreitungspfad bringen. So müssen sie für Freiraum und Bodenwellenausbreitung (Ortsrunde), sowie für Weitverbindungen über die Raumwelle besonders flach abstrahlen, für kurze (NVIS) und mittlere Distanzen über die Raumwelle (Europaverkehr) steil strahlen. Für die Freiraumausbreitung müssen die Polarisations Ebenen zwischen Sender und Empfänger gleich sein. Für Bodenwellenausbreitung ist eine vertikale Polarisation erforderlich, da die horizontale Welle über dem Erdboden stark gedämpft würde. Für die Raumwellenausbreitung ist die Polarisations Ebene nahezu nicht entscheidend, da bei der Reflexion an der Ionosphäre ohnehin Polarisationsdrehungen stattfinden.

## **Freiraumausbreitung:**

Dies ist die Ausbreitungsart bedingt, dass sich die Antennen "sehen". Rechnerisch ergibt sich geringste Dämpfung, in einer Ortsrunde hohe Signalstärken erwarten ließe.

Dem ist jedoch meist nicht so. Experimente haben gezeigt, dass eine Bebauung zwischen der Sende- und der Empfangsstelle das zu empfangende Signal sehr stark bedämpfen. Ein 100-W-Sender ist nach einer Strecke von etwa 5 Kilometern nur noch mit einem S8-Signal mit wenig Störabstand zu hören.

## **Bodenwellenausbreitung:**

Wie bei den Rundfunksendern im Lang- und Mittelwellenbereich wird auch die 80m-Welle entlang der Erdkrümmung gebeugt. Im Internet werden zuweilen unrealistische Distanzen von bis zu 500 Kilometern angegeben. Nach ITU Angaben sind Distanzen von über 200 Kilometern möglich [2]. Dies ist jedoch nur mit den in der Vorbemerkung angegebenen Randbedingungen zu erzielen.

Die folgende grobe Abschätzung der zu erzielenden Distanz mit amateurfunküblichen Parametern ergibt ein realistisches Ergebnis: Die ITU gibt für „Man-Made-Noise“ in ruralem Gebiet eine Feldstärke von 0dBuV/m an [1]. Auf 80m entspricht dies einem S7-Signal an einem Dipol (0dBd) mit einem Pegel von -85dBm entsprechend 22dBuV an 50 Ohm. Dazu ist zurückgerechnet eine Feldstärke von 0dBuV/m notwendig. Legt man für eine gute Sprachübertragung 20dB S/N zugrunde und bezieht eine in Amateurfunk übliche Ausgangsleistung von 100 W an, so kann man mit der resultierenden Feldstärke von 0dBuV/m + 20 dB + 10dB = 30dBuV/m in der ITU-Tabelle [Bild 2] in der Kurve für 3,5 Mhz die Distanz von etwas über 12 Kilometern finden.

Dies wurde an meinem Standort durch Experiment bestätigt und lässt sich sehr gut von jedem Amateur verifizieren. Derzeit sinkt die „Maximum Usable Frequency“ MUF (100Km) des abends oft auf Frequenzen unterhalb des 80-m-Bandes. Damit ist die Ausbreitung über die Raumwelle für kurze Distanzen ausgeschlossen und nur die Bodenwelle könnte zu einer Verbindung beitragen. Man wird in diesem Fall keine oder nur äußerst schwache Signale im regionalen Radius empfangen. Damit zeigt sich die beschränkte Reichweite der Bodenwelle.

## **Raumwellenausbreitung:**

Im 80-m-Band findet eine Ausbreitung zum weit überwiegenden Teil über die Ionosphäre statt. Sie gestattet Funkverbindungen über kurze (NVIS) bis hin zu großen Distanzen (DX). Voraussetzung dazu sind, wie bereits vermerkt, angepasste Antennendiagramme. Dies ist für die meisten Installationen im Amateurfunk gegeben, da nur wenige Funkamateure Montagehöhen von mehr als 20 Metern für einen Abstand von  $\lambda/2$  zum Boden realisieren können. Für den Funk über weite Distanzen sind flache Abstrahlwinkel zu realisieren, um die Ionosphäre in einem möglichst geringen Winkel "anzuschneiden". Hier haben hohe Schleifenantennen oder vertikal polarisierte Strahler die Nase vorn. Bei all den optimal oder suboptimal

montierten Antenne muss in jedem Fall die mittlere Ionosphäre mitspielen. Hier ist die „Kritische Frequenz“ von Bedeutung. Dies ist die Frequenz, die bei einer lotrechten Abstrahlung gerade noch reflektiert wird. Aus der „Kritischen Frequenz“ ergibt sich die Maximum Usable Frequency (MUF) für verschiedene Entfernungen. Bei flacheren Abstrahlwinkeln können größere Distanzen überbrückt werden. Praktisch zeigt sich, dass derzeit ab dem frühen Abend die „Kritische Frequenz“, langsam auf Werte von 3 MHz sinkt. Gleichwohl sind immer weniger Stationen aus dem relativ nahen Umkreis zu hören und der Anteil der Stationen aus dem benachbarten Europa und ggf. DX nimmt zu. Im Extremfall sinkt die MUF weit unter das 80-m-Band und der Funkverkehr wird auch für Fernverbindungen unmöglich.

Zusätzlich zu der Reflexion der 80-m-Frequenzen in der mittleren Ionosphäre bildet sich tagsüber im unteren Bereich eine mehr oder weniger starke D-Schicht aus. Diese dämpft die durch sie nach oben strebenden Funkwellen mehr oder minder ab. So ist speziell während der Mittagszeit nur mit schwachen 80-m-Signalen am Empfangsort zu rechnen.

### **Mischausbreitung:**

Tatsächlich können auch Mischformen der oben genannten Ausbreitungsarten vorkommen. Besonders zu nennen ist die Überlagerung von Freiraum- und Bodenwellenausbreitung und die Überlagerung von Bodenwellen- und Raumwellenausbreitung. Besonders im zweiten Fall zeigt sich, dass Bodenwellenanteile die aufgrund der Signalstärke nicht mehr als solche zur Kommunikation ausreichen würden, das Signal sehr wohl beeinflussen können. So überlagert z.B. ein S5-Bodenwellensignal ein S9-Raumwellensignal und führt zu starken und oft sehr kurzphasigen Schwunderscheinungen (QSB). Dies kann man besonders zu Zeiten beobachten, in denen die Feldstärke Raumwellenausbreitung langsam abnimmt und die Gegenstation näher als die o.g. etwa 200 Kilometer zum Empfangsort liegt.

### **Fazit und Betriebshinweise:**

- Freiraum- und Bodenwellenausbreitung haben im Kurzwellenbetrieb des Funkamateurs bis auf Ortsrunden keine Bedeutung.
- Die Ausbreitung im 80-m-Band läuft in der Mehrzahl der Fälle auch über vergleichsweise kurze Distanzen über die Ionosphäre.
- Mischausbreitungen sind möglich.

- Beim meist abendlichen Absinken der „Maximum Usable Frequency“, für die gewollte Betriebsdistanz unter das 80-m-Band muss man auf das 160-m-Band ausweichen (sofern möglich).
- Bei Auftreten der Tagesdämpfung des Mittags ist zu prüfen ob die MUF für die gewollte Betriebsdistanz über dem 40-m-Band liegt. Dann bieten sich dort die besseren Möglichkeiten.

### **Quellen:**

[1] ITU Radio Recommendations ITU-R P.372-1 (Radio Noise),  
[https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.372-12-201507-S!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.372-12-201507-S!!PDF-E.pdf)

[2] ITU Radio Recommendations ITU-R P.368 (Ground-wave propagation curves for frequencies between 10 kHz and 30 Mhz,  
[https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.368-9-200702-I!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.368-9-200702-I!!PDF-E.pdf)

[3] Noise Reporter von Thilo Kootz, DL9KCE,  
<https://www.darc.de/der-club/referate/emv/emv-abhilfemassnahmen/>

Bild 1

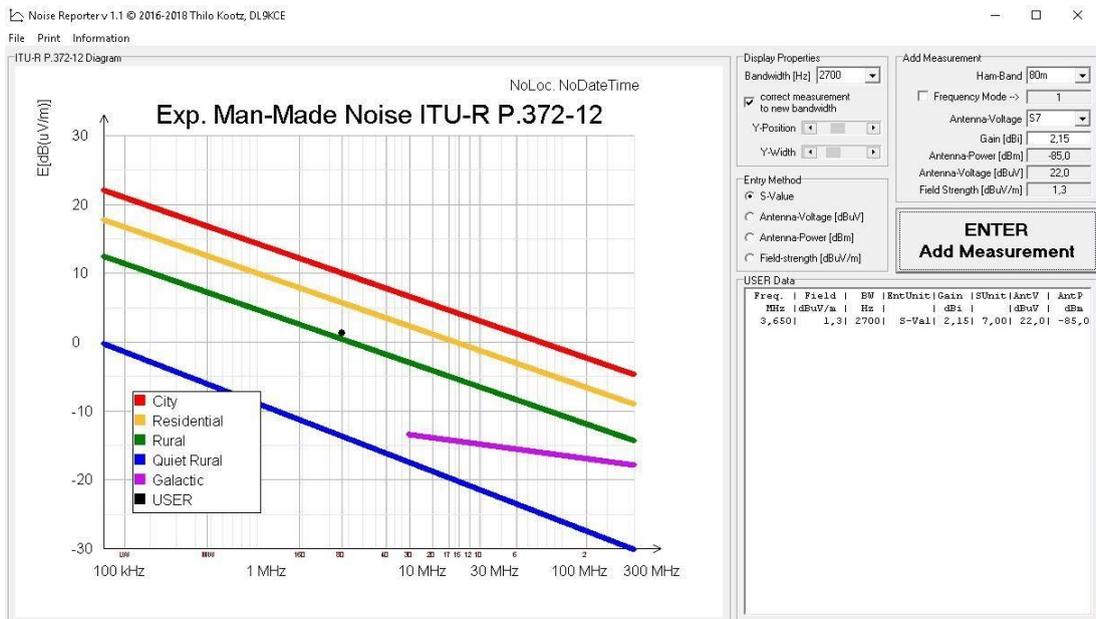


Bild 2

