

## Sferics – eine kurze Übersicht

Auch die natürliche Umwelt sendet Radiosignale aus. Durch verschiedene Vorgänge werden elektromagnetische Wellen auf der Erde und im Weltall nach physikalischen Gesetzen erzeugt. Im Folgenden werden die natürlichen Radiowellen im ELF- und VLF-Frequenzbereich, auch Sferics genannt, beschrieben.

Zur besseren Übersicht teile ich die Sfericssignale in drei Gruppen ein:

- 1. Die geophysikalischen Sferics** sind natürliche Radiosignale, die meist in Blitzen Ihre Ursache haben und bis zum Empfangsort eine sehr weite Strecke zurücklegen. Im Mittelpunkt stehen dabei solche Signale, die einen mehr oder weniger ausgeprägten Dispersionseffekt zeigen. Unter Dispersion versteht man eine Auffächerung der verschiedenen Frequenzanteile in unterschiedliche Signallaufzeiten. Als typische Beispiele seien hier Tweeks und Whistler genannt, bei denen ein niederfrequenter Signalanteil mit einer längeren Laufzeit beaufschlagt wird. Aber auch die weitaus größere Zahl von Sferics, die eine sehr weite Strecke über die Bodenwelle oder durch Reflexion an der Ionosphäre ohne einen besonders auffälligen Dispersionseffekt zurückgelegt haben, zählen zu dieser Gruppe. Bei allen diesen Signalen ist durch die große Entfernung keine direkte Beziehung zum Wettergeschehen am Empfangsort feststellbar.  
Der Empfang der dispersiven Signale erfordert ein relativ breitbandiges Übertragungsfenster. Dies sollte für Whistlerwellen Eckfrequenzen von 1 kHz bzw. 10 kHz aufweisen. Da die Signale im Tonfrequenzbereich liegen und über einen besonderen Klangcharakter verfügen, werden sie gerne akustisch wahrgenommen. Beeindruckend sind aber auch die verschiedenen Spektrogramme, die sich mit entsprechenden Programmen mit Laptop oder PC aufbereiten lassen.  
Diese beiden „Darstellungsarten“ bestimmen Empfänger- und Antennenaufbau zum Empfang der dispersiven Signale.
- 2. Wettersferics** sind elektromagnetische Signale, die in direkter oder indirekter Verbindung mit dem Wettergeschehen am Empfangsort stehen. Dazu zählen Blitzsferics, deren Quelle bis zu einigen hundert km vom Empfangsort entfernt ist ebenso wie nicht sichtbare Wolkenentladungen. Blitze im näheren Umfeld können durch ihre unterschiedliche Belegung von Frequenzbereichen sowie durch ihren Impulscharakter unterschieden werden. Messungen der Impulsdauer und der Polarität (elektrisch) geben darüber hinaus weitere Fakten zur Analyse. Aus diesen Punkten wird ersichtlich, dass der Aufbau von Wettersferics-Empfangseinrichtungen über eine geeignete Schaltungstechnik zur möglichst fehlerfreien Signalübertragung verfügen muss. Aber auch an die Antennen, insbesondere die magnetischen, werden besondere Ansprüche gestellt. Eine breitbandige Übertragung ohne Ein- und Ausschwingvorgänge sind Voraussetzung für eine genaue Signalanalyse.
- 3. Schumann-Resonanzwellen** bezeichnen die Frequenzen, bei denen die Wellenlänge einer elektromagnetischen Schwingung in dem Hohlleiter zwischen Erde und Ionosphäre ein ganzzahliger Teil des Erdumfangs sein muss. Bei der Anregung solcher Frequenzen mit elektromagnetischen Schwingungen entstehen sogenannte „stehende Wellen“. Das Signal erreicht nach einer Umrundung am selben Ort die gleiche Polarität und Phasenlage. Gespeist wird das Hohlleitersystem von den niederfrequenten Blitzsignalanteilen der globalen Gewitteraktivität. Die Grundwelle der Schumann-Resonanzwellen liegt bei etwa 7,8 Hz. Es folgen die Oberwellen mit ca. 14 Hz, 20 Hz, 26 Hz, 33 Hz und 45 Hz. Die Frequenzen unterliegen einer gewissen Schwankungsbreite (ca. 10 %), die durch gewisse Faktoren, wie beispielsweise den Zustand der Ionosphäre, beeinflusst wird.

Der Empfang der Schumann-Resonanzwellen erfordert neben einem empfindlichen Empfänger mit hoher Verstärkung eine spezielle Filtertechnik. Die schwachen Signale müssen sehr hoch verstärkt werden, ohne jedoch durch die weitaus höheren Signalpegel der Bahn- und Netzfrequenz den Empfänger „zuzustopfen“. Zu beachten sind auch die Vielzahl störender Signale, die beispielsweise durch die Anwendungen der elektrischen Antriebstechnik hervorgerufen werden. In einer Umgebung, in der das elektromagnetische Umfeld, z.B. durch die Industrie geprägt ist, ist der Empfang der Schumann-Resonanzwellen mit den „normalen Mitteln“ nicht möglich. Bahnstromanlagen sollten einen weiten Abstand vom Empfangsort haben. Gelingt der Empfang, so beschränkt er sich meist nur auf die Grundwelle und die unteren Oberwellen. Die Güte des Hohlleiters nimmt mit zunehmender Frequenz stark ab. Die Signale erfahren dann eine höhere Dämpfung. Große windempfindliche Rahmenantennen sind für den Empfang ungeeignet, bei geringsten Vibrationen erfolgt eine Spannungsinduktion durch das Erdmagnetfeld. Besser geeignet sind sogenannte Induktionsspulen mit sehr hoher Induktivität und Windungszahl.

### **Eine kurze Beschreibung der Sfericssignale im Tonfrequenzbereich:**

**Anmerkung:** Der Begriff „Sferics“ wird (leider) in der Literatur sowohl als Oberbegriff für die natürlichen Radiowellen als auch für die Bezeichnung von Blitzsferics (hier insbesondere bei den Impulsen ohne dispersives Verhalten) verwendet.

**Blitze (nahe Blitzsferics)** übersteuern den Empfänger meist erheblich. Ein lautes Krachen und Knattern ist die Folge. Je nach Empfänger kann es bei nahen starken Ereignissen zu einem seltsamen relativ tiefen, sehr starken Pfeifton kommen.

**Sferics** - gemeint sind die elektromagnetischen Impulse die durch Blitzentladungen in weiter und mittlerer Entfernung vom Empfangsort entstanden sind und keine nennenswerten dispersiven Erscheinungen aufweisen. Diese Signale äußern sich schallgewandelt durch Knistern, Krachen und Knacken. Die Signale sind immer präsent, wenn auch mit unerschiedlicher Signalfeldstärke. Sie unterliegen durch verschiedene Einflüsse erheblichen Feldstärkeschwankungen in Abhängigkeit der Tages- und Jahreszeit.

**Tweeks**, deren Ursprung auch das Blitzgeschehen ist, legen einen sehr weiten Weg durch den von Erde und Ionosphäre begrenzten Raum wie in einem Hohlkörper zurück. Dabei kommt es zur Dispersion. Die höheren Frequenzanteile legen die weiten Strecken mit einer geringfügig höheren Laufgeschwindigkeit zurück als niedrigeren Frequenzanteile. Dieser Umstand verleiht den Tweeksignalen ihre typischen Klangcharakter. Die leicht musikalischen Töne enden mit einem markanten Zirplaut. Im Spektrogramm zeigt sich ein „Haken“ bei ca. 2 kHz.

**Whistlerwellen** ergeben schallgewandelt einen charakteristischen Pfeifton. Die eindrucklichen, etwas geheimnisvollen Signale können in ganzen Ketten auftreten – man bezeichnet sie dann als Echos (whistler-train). One-Hop-Whistler entstehen auf der gegenüberliegenden Erdhalbkugel. In Deutschland empfangene One-Hop-Whistler (Short-Whistler) haben demnach in Blitzentladungen auf der Südhalbkugel ihre Ursache. Dabei breiten sich die elektromagnetischen Wellen weit oberhalb der Ionosphäre aus. Sie laufen nahezu ungedämpft an den laminaren Plasmastrukturen entlang, die den Kraftlinien des Erdmagnetfeldes folgen. Durch den weiten Weg kommt es zu einer starken Dispersion. Diese ist wesentlich stärker ausgeprägt als bei Tweeksignalen. Neben der zurückgelegten Strecke beeinflusst auch die Elektronendichte die Dispersion.

Two-Hop-Whistler (Long-Whistler) haben ihren Ursprung in Blitzereignissen in einem weiteren Umkreis des Empfängers. Ein Ereignis auf der nördlichen Hemisphäre sendet das Signal entlang den Magnetfeldlinien zu dem Konjugationspunkt des Entstehungsortes (der sich auf der südlichen Hemisphäre befindet). Dort wird das Signal reflektiert und gelangt wieder zum Quellort. Da der Weg zweimal so lang ist wie der des One-Hop-Whistler, verdoppelt sich die Dispersion.

Als **Echo-Train** bezeichnet man die Folge von Echos eines One-Hop- oder Two-Hop-Whistlersignals. Die Art des Ausgangssignals lässt sich dabei mittels der Dispersionsverhältnisse differenzieren. Daneben unterscheidet man noch Multiple-Path-Whistler (das Quellsignal breitet sich in mehreren Komponenten auf unterschiedlichen Wegen / Magnetfeldlinien aus) und Multiple-Source-Whistler (die gleichzeitig empfangenen Signale entstammen verschiedenen Quellen).

Neben Blitze können auch Einwirkungen durch die Korpuskularstrahlung, hervorgerufen durch eine aktive Sonnenphase mit Flares und Protuberanzen, Auslöser für Whistlererscheinungen sein.

**Chorus-Signale** werden durch die Veränderungen in der Magnetosphäre erzeugt. Sie treten beispielsweise im Zusammenhang mit Polarlichterscheinungen auf und können so in der Polarregion sehr gut empfangen werden. Nach größeren Sonneneruptionen, die bei erhöhter Sonnenaktivität hin und wieder vorkommen können, kann es durch kräftige Korpuskularstrahlung zu magnetischen Stürmen kommen, wobei Chorus-Signale auch in Deutschland zu empfangen sind. Die schallgewandelten Signale haben kein einheitliches Klangbild, sie äußern sich z.B. durch Rauschen oder zyklisches Dröhnen.

**Wolfgang Friese electronic**  
**DG9WF**  
**Auf dem Bruch 1**  
**57078 Siegen**

[wolfgangfriese@t-online.de](mailto:wolfgangfriese@t-online.de)  
[www.sfericsempfang.de](http://www.sfericsempfang.de)