

Funkstörungen durch Überschläge an Glaskappenisolatoren von Hochspannungsmasten, Ortung und Behebung.

Karl Reinprecht - OE5RI

Seit Jahren machen „Prasselstörungen“ auf den Bändern 20m bis 6m einen Funkverkehr nur erschwert möglich. Die Störungen traten an meiner Vertikalantenne und dem ICOM IC-775DSP an manchen Tagen bis zu einer Signalstärke von S9 auf. Die Ursache und die Störriechung konnte anfangs nur vermutet werden. Erst nach Inbetriebnahme einer 2-Element-Richtantenne (Cushcraft MA5B) für Kurzwelle und der Aktivierung meiner 3-Element-6m-Richtantenne konnte durch Minimumpeilung eine eindeutige Stör-Richtung ermittelt werden. Eine mobile 6m-Peilung aus einem 5km entfernten Standort bestätigten dann meine Vermutung. Im Schnittpunkt der Minimumpeilung liegt ein 220kV-Hochspannungsmast, auf dem von mir 2,1km entfernten Kraberg. Die Störungen kamen nicht ständig aus 240°, sondern traten an unterschiedlichen Tagen auch aus 225° auf. Auch die Polarisationssebene des Störnebels war unterschiedlich. An manchen Tagen waren die Störungen auf der Vertikal-Antenne stärker als in der Gewinnrichtung der Horizontalrichtantenne, immerhin hat diese Antenne bis zu 5,3 dBi Gewinn.

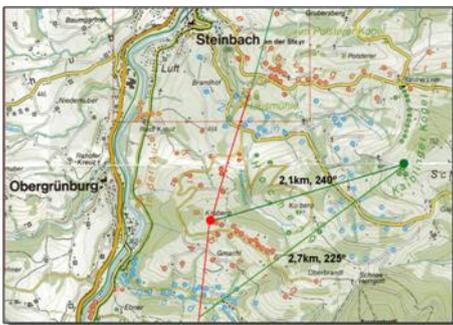


Bild1 Störungsrichtung und Entfernung

Mit einem Handfunkgerät konnte an jedem der Masten in diesem Bereich ein sehr hoher Störpegel festgestellt werden. Was dabei ein wenig irritierte, war die Tatsache, dass die Störungen bei nassen Wetterbedingungen aufhörten. Nun begann ich die Störungen zu dokumentieren. Den Störpegel in S-Stufen in Stellung SSB setzte ich der relativen Luftfeuchtigkeit gegenüber. Wie sich später herausstellte, gab es keinen direkten Zusammenhang, mit

Ausnahme bei einer Luftfeuchtigkeit von 100%, also bei Regen.

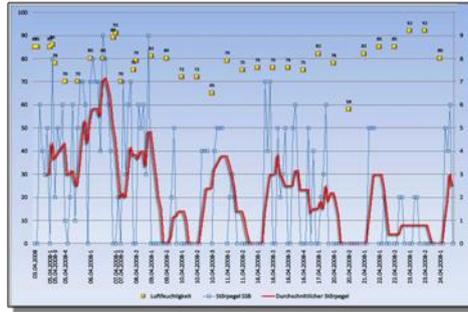


Bild2 Störpegel und Luftfeuchtigkeit

Gespeicherte Audio-Aufnahmen über mehrere Wochen haben diese unakzeptable Situation untermauert.

Nach Kontaktaufnahme mit dem zuständigen Netzbetreiber, der **VERBUND Austrian Power Grid AG (APG)**, meldete sich der für diesen Netzbereich zuständige Leitungsobmeister der APG und es wurden sofort Maßnahmen zur Störungsbehebung angeboten. So wurde im Rahmen von Inspektionsarbeiten die 220kV-Leitung Pryn-Ernsthofen, System 201B abgeschaltet. Die Störungen setzten schlagartig aus und traten erst wieder auf, als die Leitung zugeschaltet wurde. Während der Abschaltung erfolgte eine Kontrolle der Armaturen an mehreren Masten, um mögliche Störquellen zu eliminieren. Diese Maßnahmen waren zu diesem Zeitpunkt, bezogen auf die Höhe des Störpegels, nicht erfolgreich.

Anschließend wurde die 220kV-Leitung Weißenbach-Ernsthofen, System 202 abgeschaltet. Das Fachpersonal beseitigte auch auf dieser Leitung mögliche Störquellen und führte eine präventive Inspektion durch. Die Störungen blieben jedoch. **Es konnte daher die Leitung 202 als Störquelle ausgeschlossen werden.**



Bild3 Kontrolle der Armaturen

Zu diesem Zeitpunkt prüfte ich mit dem Handfunkgerät den Störpegel an den verschiedenen Masten. Je weiter

ich mich vom Mast Nr. 590 am Kraberg entfernte, umso schwächer wurden die Überschlagstörungen. Nun informierte ich mittels Meldeformular die zuständige **Fernmeldebehörde I. Instanz** unter Beigabe meiner Dokumentation und der Beschreibung der Aktivitäten der APG. Seitens der APG wurde unabhängig davon ebenfalls Kontakt mit der **Funküberwachung** aufgenommen. Bereits nach wenigen Tagen konnte mit den Herren der Funküberwachung ein Termin zur Ortung der Störquelle vereinbart werden.



Bild4 Spectrum Analyzer der Funküberwachung

Mit einem Spectrum Analyzer wurden die betroffenen Masten abgegangen und die Störpegel verglichen. Ein eindeutiges Störmaximum konnte, wegen der als Antenne wirkenden Hochspannungsleitungen, nicht erhoben werden. Auch ein Techniker der **EnergieAG**, mit Spezialmikrofon ausgerüstet, konnte keine Lichtbogenstörungen feststellen, obwohl in meinem Handfunkgerät als auch am Spectrum Analyzer der Funküberwachung die Störung durch Spannungsüberschläge zu hören resp. zu sehen war.



Bild5 Akustische Ortung von Überschlägen

Ebenfalls im Rahmen von Inspektionsarbeiten am Mast Nr. 586, von meinem Standort aus gesehen Richtung 225° und talwärts, wurde das Gesamtgewicht der Belastungsgewichte erhöht und mit Potentialausgleichsverbindern, zur Verhinderung von Teilentladungen, versehen.



Bild6 Belastungsgewichte

Nach Abschluss der geplanten Inspektionen im September 2008 durch die APG musste ich leider feststellen, dass die Störungen nach wie vor vorhanden waren. Was ich zu diesem Zeitpunkt nicht beachtete, war die Richtung des Störnebels.

Frust war bei mir, aber auch bei den ausführenden Technikern der APG, nicht zu übersehen.

Meiner Meinung nach waren nun die Möglichkeiten fast ausgeschöpft, muss doch auch die Verhältnismäßigkeit der Kosten in Relation gestellt werden. Dem gegenüber steht natürlich das Recht des Funkamateurs auf störungsfreie Kommunikation.

Nach einem Hoch und Tief des Amateurfunks an meinem Standort (Locator JN77DX) in Steinbach a.d.Steyr, in den Voralpen auf 700m Seehöhe liegend, hörte ich in einem Funkkontakt mit meinem Funkfreund aus Dayton/Kettering, Gerd WB8IFM, von einem einschlägigen Artikel in der amerikanischen Fachzeitschrift QST der ARRL vom April 2006.

Der veröffentlichte Artikel: „**A Home-made Ultrasonic Power Line Arc Detector**“.

W1TRC beschreibt den Bau eines Ultraschall-Empfängers im Direktmischverfahren, mit dem Lichtbogen-Entladungen an Hochspannungsteilen hörbar gemacht werden können. Dieser Empfänger empfängt den Ultraschall-Bereich um 40kHz, hört also auch den „Radarbereich“ von Fledermäusen, aber auch Flügelschläge von Insekten. Letzteres ein Hinweis zur Prüfung der einwandfreien Funktion eines solchen **Home-made-detectors**.

Die Bauteilebeschaffung war nicht ganz problemlos, denn nicht alle Halbleiter waren bei uns verfügbar und Vergleichstypen nicht im Internet zu finden. Gerd, WB8IFM schickte prompt die fehlenden Halbleiter und so stand vorerst einem Nachbau dieses Gerätes nichts mehr im Wege. Die Materialkosten waren bescheiden

und betragen ca. € 45.-

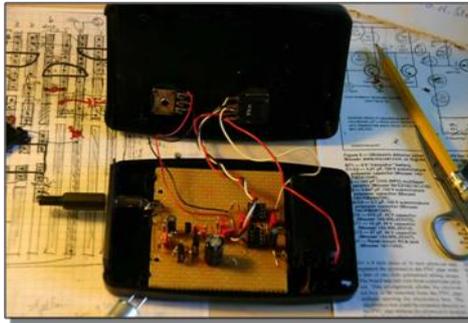


Bild7 Ultraschallempfänger nach W1TRC

Für den Empfänger ist aber auch ein Parabolreflektor mit einem Durchmesser von ca. 50cm und einer Einbautiefe von 11cm notwendig. Dieser bedeutete für mich ein fast unlösbares Beschaffung-Problem. Einen passenden Lampenschirm konnte ich in einem Baumarkt finden, doch der Preis von €100.- war mir für diesen zweckentfremdeten Einsatz dann doch zu hoch.

Bei **eBay** im Internet fand ich dann ein kommerziell gefertigtes Parabolreflektor-Richtmikrofon mit Rekorder und Okular sowie einem Stereo-Kopfhörer.

Dieses Richtmikrofon erstand ich zu einem Preis von unter € 60.-, baute die Platine aus und den Ultraschall-Sensor anstelle des Mikrofons ein.



Bild8 Ultraschallempfänger mit Parabolreflektor

Der Frequenzabgleich erfolgte unter Zuhilfenahme meines Digital-Multimeter VOLTCRAFT 95. Dieser Abgleich kann aber auch auf einfache Art bewerkstelligt werden. Die Beschreibung dazu findet sich in der Dokumentation von W1TRC, welche aus dem Internet ¹⁾ abrufbar ist. Die Funktion wurde mehrfach getestet und so konnte ich auch erstmals meine seit Jahren im Balkongebälk lebenden Zwergfledermäuse bei ihren Ausflügen zuhören. Zufällig fand ich auch heraus, dass Flügelschläge von Kleinstinsekten auch Ultraschall erzeugen und diese beim Vorbeiflug am Parabolspiegel lautstark im Kopfhörer zu hören waren. Wie anfangs berichtet, hatte ich Prasselstörungen ausschließlich aus

der Richtung 225° bis 240°. Ich hatte die Antennenrichtung, aus der die höchsten Störpegel kamen, nicht mehr beachtet und glaubte, die durchgeführten Arbeiten hätten keine Abhilfe gebracht, da weiterhin die Frequenzbereiche 14MHz bis 50MHz durch extreme Störimpulse beeinträchtigt waren.

Ich stellte aber nun fest, dass das Maximum an Entladungsstörungen eindeutig aus einer anderen Richtung kam, nämlich aus West, 270°. Im nachfolgenden Bild sind die Hochspannungsmaste mit Punkte gekennzeichnet.



Bild9 Hochspannungsmaste und Entfernung

Mit dem Handfunkgerät und Ultraschall-Empfänger ausgestattet, wurden diese Maste abgegangen. Ultraschallsignale konnten am Mast Nr. 593 festgestellt werden. Die Signale im Ultraschall-Empfänger kamen gleichzeitig mit dem Störsignal im 50MHz-Empfänger des Handfunkgerätes. Eine klare Richtungsbestimmung des Ultraschallsignals war durch die Richtwirkung des Parabolreflektors möglich. Die Bauteile der Leitung 202 am gleichen Mast sandten keine Ultraschall-Impulse aus. Die der Leitung 201B jedoch im gleichen Intervall, als Störsignale im Handfunkgerät auftraten.

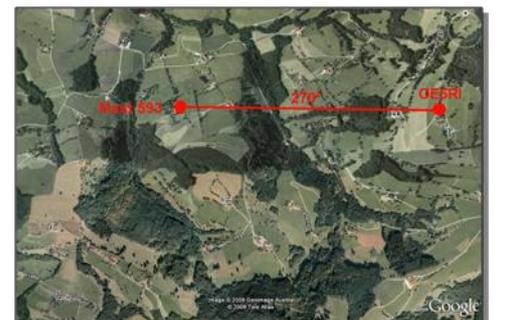


Bild10 Richtung des Störnebels

Ich stellte auch fest, dass an der Leitungsseite der vermuteten Störquelle Isolatoren eingebaut waren, die sich von denen der nicht störenden Seite der Leitung 202

unterschieden. Grüne Glaskappenisolatoren auf der störenden Seite, dunkelbraune Porzellanlangstabisolatoren an der anderen Seite des Mastes.

Diese neue Erkenntnis wurde dem verantwortlichen Leiter der APG mitgeteilt. Hier darf ich nochmals die Bereitschaft dieser Dienststelle nennen, die sehr interessiert ist, solche Probleme kurzfristig zu lösen. Ob die Spannungsüberschläge von den Isolatoren kamen oder von anderen Bauelementen, konnte natürlich von meinem Standort aus, am Fuß der Trasse des Mastes Nr. 593, nicht unterschieden werden. Es ist anzunehmen, dass nach einer Besteigung des Mastes, die Ortung der Defektstelle mit dem Ultraschall-Parabolreflektor einwandfrei möglich wäre. Eine Besteigung durch das Fachpersonal, am Tag der Instandsetzungsarbeiten und vor Abschaltung dieser Leitungsseite, machte zu diesem Zeitpunkt keinen Sinn, da es regnete und bei Regen keine Spannungsüberschläge auftreten. Das Ergebnis der Ultraschall-Prüfung am Tag zuvor war aber eindeutig und wies auf Spannungsüberschläge auf der Leitung 201B hin.



Bild11 Austausch der Glaskappenisolatoren

An diesem Mast wurden die Isolatoren französischer Bauart gegen Stabisolatoren eines österreichischen Herstellers getauscht. Dieser Austausch erfolgte präventiv auch am Mast Nr. 594.



Bild12 Demontage eines Glaskappenisolators

(Anmerkung der APG zu Glaskappen-

isolatoren: Bei vollständigem Durchschlag wird der Glasschirm abgeworfen. Dies wird bei den periodisch durchgeführten Begehinspektionen visuell erkannt. Es wird dann die einzelne Glasisolatorkappe ausgetauscht. Glaskappenisolatoren stellen aus Sicht der Energieübertragung keinen Nachteil dar).



Bild13 Porzellanlangstabisolatoren



Bild14 Glaskappenisolatoren

An anderen Masten dieser Leitungsseite sind ebenfalls Isolatoren dieser Bauart eingebaut, doch muss festgehalten werden, dass die eindeutige Zuordnung dieses Bauteils als Störquelle noch nicht erhoben werden konnte.

Nach dem Austausch der Isolatoren und der Zuschaltung der Leitung durch die APG, waren die beanstandeten Störungen nicht mehr vorhanden. Am Tag darauf wurde noch die Leitung 202 abgeschaltet um auch am Mast Nr. 591 Potentialausgleichsverbinder an den Belastungsgewichten der Isolatoren anzubringen.

Durch die Abschaltung wurde das Verbrauchernetz der Leitung 202 auf die Leitung 201B umgeschaltet. Trotz der damit verbundenen höheren Leitungsspannung traten auch jetzt keine Empfangsstörungen auf.

Wie seitens der APG mitgeteilt wird, ist derzeit kein vermehrter Ausfall von Glaskappenisolatoren festzustellen. Sollte es zu einer Häufung von Ausfällen kommen, wird zeitgerecht ein Tauschprogramm gestartet.

Besten Dank an die sehr kooperative Dienststelle des Netzbetreibers **VERBUND Austrian Power Grid AG**

und die Herren der **Fernmeldebehörde/Funküberwachung Linz**.

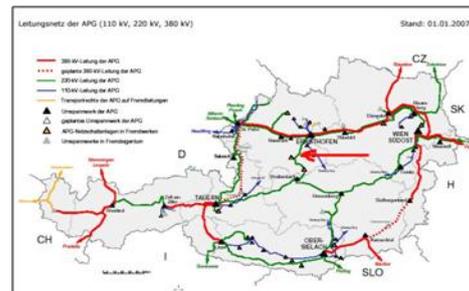


Bild15 Leitungsnetz der APG. Quelle: Verbund Intranet

Weiterführende Informationen:

Normen zu Funkstörungen, ausgehend von Hochspannungsfreileitungen:

Beiblatt 3 VDE 0873

Die spezifischen Eigenschaften der von Hochspannungsfreileitungen und -anlagen verursachten Funkstörungen. Leitfaden zur Minimierung von Funkstörungen

Das Beiblatt 3 zu DIN VDE 0873 enthält einen Leitfaden für eine praktikable Vorgehensweise, um Funkstörungen, die durch Hochspannungsfreileitungen und -anlagen verursacht werden, auf ein Minimum zu reduzieren. Der betrachtete Frequenzbereich reicht dabei von 150 Hz bis 300 MHz. Es werden Informationen zur Verfügung gestellt, die sowohl beim Entwurf verschiedener Armaturen und Teile als auch beim Ziehen der Seile und Einbau der Stahlteile der Freileitungen beachtet werden sollten. Weiterhin werden Methoden zum Nachweisen und Orten von Störquellen beschrieben, die ungewöhnlich hohe Störpegel verursachen, und i.a. einfach anzuwendende Verfahren vorgestellt, mit denen der Entstehung dieser Störpegel vorgebeugt oder diese zumindest reduziert werden können.

Beiblatt 2 VDE 0873

Die spezifischen Eigenschaften der von Hochspannungsfreileitungen und -anlagen verursachten Funkstörungen. Messverfahren und Methoden zur Bestimmung von Grenzwerten.

In dem Beiblatt zur Normenreihe DIN VDE 0873 werden allgemeine Verfahren zur Festlegung von Grenzwerten für Funkstörfelder von Hochspannungsfreileitungen und -anlagen zusammen mit beispielhaften typischen Werten und Messverfahren angegeben. Der betreffende Frequenzbereich reicht von 150 kHz bis 300 MHz.

Beiblatt 1 VDE 0873

Die spezifischen Eigenschaften der von Hochspannungsfreileitungen und -anlagen verursachten Funkstörungen. Beschreibung der physikalischen Vorgänge.

Das Beiblatt beschreibt die physikalischen Vorgänge, die Funkstörungen bei Hochspannungsfreileitungen und -anlagen verursachen. Dabei wird der Frequenzbereich 0,15 MHz bis 300 MHz betrachtet. Die Maßnahmen, die zur Vermeidung und Minderung von Funkstörungen führen, können aus den angegebenen Ursachen abgeleitet werden.

www.arrl.org/gst/2006/04/hanson.pdf
www.farcircuits.net/w1trc_notes1.pdf
www.k7sfn.com/projects/powerline/Ultrasonic Power Line Arc Detector.pdf