



Störungen durch Überreichweiten

In letzter Zeit ist das Thema der Überreichweiten auf 35 MHz aktuell geworden. Anlass war der eine oder andere recht kostenträchtige Einschlag von Modellen. Insbesondere in der Flugsaison 2006 kam es z. B. an der Wasserkuppe vermehrt zu Störungen durch französische Funksysteme.

Französische Funksysteme?

HAAALLO, die sind doch 1000 km weit weg!

Das kann ja wohl nicht sein, dass die stören.

Das Dumme ist, es kann doch sein. Ich möchte hier die Mechanismen, die das ermöglichen, einmal erläutern.

Das Zauberwort heißt Überreichweiten. Einerseits lassen diese Überreichweiten die Herzen der Funkamateure höher schlagen, weil sie dann so richtig weit kommen. Andererseits treiben sie dem Modellflieger den Angstschweiß auf die Stirn, weil diese Erscheinung den geliebten Flieger doch arg verbiegen kann. Ist man nun Modellflieger und Funkamateur gleichzeitig, zerreißt es einen schier. Soll man nun lachen oder weinen? Es sei denn, es ist schlechtes Wetter. Dann fällt die Entscheidung leicht.

In dem für den Flugbetrieb hauptsächlich genutzten Frequenzbereich 35 MHz A- und B-Band gibt es dummerweise gleiche mehrere Mechanismen, die zu solchen Überreichweiten führen können. Wir sind also mit diesem Problem gleich mehrfach gesegnet.

Sporadic E oder Short-Skip

Das ist der erste Mechanismus, dem wir jetzt mal etwas genauer unter den Rock gucken wollen.

In etwa 100 - 120 km Höhe bilden sich in der sogenannten E-Schicht der Atmosphäre Ionisationswolken, die Funkwellen reflektieren. Für 35 MHz bedeutet das, die Signale von Sendern in diesem Frequenzbereich, die normalerweise in die unendlichen Weiten des Alls entschwinden, in großer Höhe reflektiert und zur Erdoberfläche zurückgeworfen werden.

Man kann sich das so vorstellen, als ob da jemand in 100 km Höhe ein riesengrosses Blech hält, das als Reflektor dient.

Damit ist für die Funksignale ein Ausbreitungsweg geschaffen, der es ihnen ermöglicht, recht erstaunliche Entfernungen zu überbrücken. Die Reichweiten können da schon mal locker 2000 km betragen.

Typischerweise kommt es auf dem Weg der Signale nur einmal zu einer Reflektion in der Atmosphäre. Es gibt nur einen sogenannten Hop. In seltenen Fällen können die Ionisationsgebiete so groß sein, dass es es zu Mehrfach-Hops kommt. Die Reichweite erhöht sich dann entsprechend. Die Lebensdauer von Sporadic-E ist glücklicherweise recht begrenzt. Der Zauber ist normalerweise nach einigen Stunden vorbei.

Solche Sporadic-E Ereignisse treten am häufigsten im Sommer und um die Mittagszeit auf. Im Winter und nachts sind sie eher selten. Der genaue Funktionsmechanismus ist übrigens bis heute noch nicht eindeutig geklärt. Folglich ist eine Vorhersage solcher Ereignisse praktisch nicht möglich, da keiner genau weiß, wie Sporadic-E funktioniert.

Troposcatter

Dies ist der zweite Mechanismus, mit dem uns Mutter Natur beglückt. Hier geht es um Reflektionen von Funksignalen an Anomalien in der Troposphäre. Nebenbei bemerkt, dieser Effekt wird gezielt genutzt, um auf hohen Frequenzen (mehrere GHz) Funkverbindungen zu realisieren, die weit über die normale Bodenreichweite hinausgehen, z. B. mal kurz und trocken über die Alpen. Dazu

ist allerdings einiges an Sendeleistung mit sehr knackigen Antennen notwendig. Eine Spielart von Überreichweiten, die dem Bereich Troposcatter zugerechnet werden, sind Inversionen im normalen Temperaturverlauf der Atmosphäre. Im Normalfall gibt es einen konstanten Temperaturverlauf von unten nach oben mit abnehmender Tendenz. Unten ist es also warm, oben ist es kalt. Es gibt allerdings Wittersituationen, bei denen sich über eine kalte Luftschicht am Boden eine wärmere Luftmasse schiebt, auf der dann wieder eine kalte Luftschicht liegt. Die Grenzen zwischen den Schichten können sehr scharf sein. Es entsteht ein Kanal oder Schlauch, an dessen oberer und unterer Grenzschicht Funkwellen zum Teil sehr effektiv reflektiert werden.

Irgendwo ist dieser "Kanal" mal zu Ende und die Funkwellen fallen dann quasi aus ihm heraus und gelangen so wieder bis zur Erdoberfläche. Die typischen Reichweiten können bis 1000 km betragen.

Das Ganze ist ungefähr so, als ob Scotty die Funksignale mal eben 1000 km weiter gebeamt hätte. Das für uns Unangenehme an diesem Zustand ist, dass das Signal innerhalb dieses Schlauches unterproportional wenig an Energie verliert und folglich am Empfangsort brüllende Signalstärken produzieren kann. Die Auswirkungen kann oder konnte man oft im Autoradio oder im analogen terrestrischen TV (als es das noch gab) beobachten. Da war dann plötzlich der Ortssender gestört und das Fernsehbild sah auch irgendwie komisch aus.

Troposcatter, insbesondere die durch Inversionswetterlagen hervorgerufenen, sind in gewissen Grenzen vorhersagbar. Die Situation kann über Tage stabil bleiben, kann aber auch nach wenigen Stunden wieder verschwinden. Typischerweise halten diese Überreichweiten aber etliche Stunden an. Diese Situation ist übrigens auch die typische Smog-Wetterlage.

MUF

Das ist jetzt kein Schweinkram, sondern in der Runde der Überreichweitenmechanismen der dritte Mann zum Skat.

MUF bedeutet Maximum Usable Frequency. Das ist, stark vereinfacht ausgedrückt, die Frequenz, die im Kurzwellenbereich für Weitverkehrsverbindungen über die sogenannte Raumwelle nutzbar ist. Kurzwellensignale werden in der Ionosphäre reflektiert. Es gibt dort allerdings eine Obergrenze der Frequenz, oberhalb derer die Funkwellen ins Nirvana des Alls entschwinden, weil sie nicht mehr reflektiert werden. Die MUF beschreibt, vereinfacht ausgedrückt, diese Grenzfrequenz. Die MUF ist abhängig von Tages- und Jahreszeit und wird zudem stark vom 11-Jahreszyklus der Sonnenfleckenaktivität beeinflusst. Hohe Sonnenfleckenaktivität bedeutet hohe MUF. Wir haben gerade das Minimum der Sonnenfleckenaktivität durchschritten, so dass es in Zukunft in diesem Bereich wieder zunehmend zu Überreichweiten kommen wird.

Im Normalfall liegt die MUF selbst im Sonnenfleckenmaximum unterhalb von 35 MHz und ist dann für uns belanglos. Es kann aber vorkommen, dass die MUF bis in den Low-VHF-Bereich ansteigt und dort für Ausbreitungsbedingungen wie auf Kurzwelle sorgt und die reicht ja bekanntlich weit. 35 MHz ist dummerweise in der Frequenz nicht so weit von der Kurzwelle entfernt. Die Grenze zur Kurzwelle liegt bei 30 MHz und die MUF kann diese Grenze recht problemlos überschreiten.

Meteoscatter (MS)

In der Skatrunde der Überreichweitenspieler gibt's dann noch den Kibitz, der eigentlich nicht viel tut, außer zuschauen. Das sind die Überreichweiten durch Reflektion an den Ionisationsspuren von Meteoriten. Allerdings sind die Feldstärken am Empfangsort gering. Ferner sind die empfangbaren Signale immer sehr kurz. Das Störungspotential ist somit vernachlässigbar. Ist hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt, da MS im Frequenzbereich 35 - 40 MHz recht gut funktioniert. Das kommerzielle MS-Band liegt ganz knapp unter 40 MHz. Das wird in Europa aber eher selten genutzt.

Andere Ausbreitungsmechanismen

Es gibt noch ein paar weitere Mechanismen der Überreichweiten, die den Modellfunk aber typischerweise nicht betreffen. Darum erspar' ich uns das jetzt.

So what?

So, nun wissen wir, welche Überreichweiten es gibt und wie sie entstehen. Und nun?
Es lässt sich daraus Folgendes schliessen:

Es gibt also Mechanismen, die dafür sorgen, dass 35 MHz-Funksysteme wesentlich weiter funken können, als eigentlich geplant war.

Es gibt Vorgänge, die Bedingungen zwischen Sende- und Empfangsort schaffen, dass ein sehr weit entfernter Sender am Empfangsort hohe Signalstärken produzieren kann.

Man kann, das ist das fatale an der Situation, es praktisch kaum vorhersagen.

Damit es tatsächlich auch zu Störungen kommt, müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein:

- Störer und Gestörter müssen auf der gleichen Frequenz arbeiten,
- Störer und Gestörter müssen zeitgleich in Betrieb sein und
- zwischen Störer und Gestörtem muss ein Ausbreitungskanal bestehen.

Alle diese Forderungen müssen gleichzeitig erfüllt sein, sonst wird's nix mit der Störung. Somit ist die Gefahr der Störung durch Überreichweiten eigentlich relativ gering, aber latent besteht sie immer. Wenn man davon betroffen ist und es zum Crash gekommen ist, tröstet es nur wenig, dass einen ein nur relativ seltenes Phänomen erwischt hat.

Wer kann stören ?

Damit es überhaupt zu einer Störung kommen kann, bedarf es es eines aktiven Störers. Um diese Situation zu vermeiden, gibt es eine europäische Frequenzkoordination. Innerhalb dieser Koordination ist der Bereich 35 MHz für den Modellfunk de facto freigeräumt worden, zumindest in der Theorie. In Deutschland gibt es entgegen anderslautenden Gerüchten in diesem Frequenzbereich z. B. keine anderen aktiven Funksysteme. Auf nationaler Ebene haben wir diese Band praktisch exklusiv für uns. Da funkt sonst kein anderer rum.

Es gibt allerdings in der EU Länder, die diesen Frequenzbereich in der Vergangenheit anderen Funkdiensten zugewiesen hatten. Dort, wo diese Funkdienste heute noch aktiv sind, genießen sie Bestandsschutz. Da wäre z. B. Frankreich mit seinen Bündelfunksystemen. Bündelfunk ist ein Funksystem, das man salopp als "Taxifunk deluxe" bezeichnen könnte, wobei die Nutzung nicht auf Taxis beschränkt ist. Ein Bestandteil dieses Funksystems sind die Basisstationen, die an exponierten Standorten mit guten Antennen HF-mässig 'ne Menge Dampf machen. Da können schon mal 100 oder 200 Watt EIRP im Spiel sein.

Genau diese Bündelfunksysteme im 35 MHz-Band konnten durch einen Meßtrupp der BnetzA bei Messungen auf der Wasserkuppe beobachtet werden. Dort ist der glückliche Zufall eingetreten, dass ein solches Überreichweitenereigniss aufgetreten ist, als der Messtrupp gerade aktiv war. Normalerweise haben diese Messtrupps kaum eine Chance, solche Vorgänge zu beobachten. Selbst wenn sie sofort nach Auftreten einer Störung durch Überreichweiten losfahren, ist der Zauber wahrscheinlich längst vorbei, wenn sie am Ort des Geschehens eintreffen.

Andere Funkdienste, die diesen Frequenzbereich nutzen, gibt es in Deutschland meines Wissens nicht. Im zivilen Bereich gibt es bei uns außer dem Modellfunk keine anderen Zuweisungen mehr und die Bundeswehr respektiert diesen Frequenzbereich (hoffentlich) auch.

Was sonst noch stören kann sind UKW-Rundfunksender in der unseligen Kombination mit Einfachsuperempfängern. Unter bestimmten Umständen kann es dort zu störenden Beeinflussungen kommen, deren Ursache aber im RC-Empfänger und nicht im UKW-Sender liegt. Dazu gibt es im Web Tabellen, welche UKW-Sendefrequenzen welche RC-Kanäle beeinflussen könnten (z. B. bei ACT).

Ferner gibt es bei einigen RC-Sendern wohl das Problem, dass diese durch GSM-Telefone gestört werden. Besitzer solcher Sender sollten ihren sprechenden Knochen besser ausschalten.

Wer kann nicht stören ?

Zu diesem Thema, wer angeblich den Modellfunk auf 35 MHz stören kann, hab ich schon derartig abstruse Schauermärchen gehört, dass Grimms Märchen dagegen wie knallharte Fakten erscheinen.

Sprechfunkanlagen, egal welcher Art, also ob CB-Funk, Taxifunk, Polizeifunk, Amaterfunk, Schiffsfunk, Flugfunk, LPD- und PMR-Handgeräte usw. stören nicht. Es kann störende Beeinflussungen auf den Empfänger geben, wenn solche Systeme in der Nähe des RC-Empfängers senden. Dann gehört dieser Empfänger auf den Schrott. Der taugt nichts.

Ein Beispiel: Mein Funkgerät im Auto hat 50 Watt und produziert mit der Antenne etwa 100W EIRP auf 145 MHz. Damit kann ich am Platz lustig rumfunken und es hat noch nie einer gemerkt.

Richtfunkstrecken arbeiten teilweise typischerweise auf Frequenzen im hohen GHz-Bereich. Auch diese stören nicht.

Handies stören ebenfalls nicht, wenn man nicht gerade die Empfängerantenne um das Handy wickelt.

Besonders pikant sind natürlich die Ausführungen der Fachleute, die einem erklären, dass der Richtfunk des fast 2 km entfernten Kraftwerkes ja so doll stört, der Richtfunkstrahl genau über den Platz geht und die gleichzeitig ein Vario, wohlgemerkt mit Sender, im Flieger haben. Das Störpotencial des Varios ist dabei um Größenordnungen höher, weil viel näher dran (ein paar cm) und in der Frequenz auch nicht so weit weg (433 MHz) wie der Richtfunk (wahrscheinlich 24 GHz).

Andere Fernsteuersender in großer Entfernung werden ebenfalls, trotz Überreichweiten, nicht zu Problemen führen. Dazu ist die Sendeleistung einfach zu gering und die Abstrahlcharakteristik der Sender für Weitverkehr (im Fachchinesisch DX genannt) zu ungünstig.

Und wenn es trotzdem stört?

Grundsätzlich gilt, dass ein elektrisches Gerät durch Aussendungen von Sendern nicht beeinflusst werden sollte. Das gilt auch für RC-Empfänger. Diese Störfestigkeit sollte im Rahmen der CE-Zertifizierung geprüft werden. Es gibt da natürlich gewisse Grenzen. In unmittelbarer Nähe von Hochleistungssendern, also z. B. von TV- oder Radiosendern wird alles an Elektronik ausflippen. Unmittelbare Nähe heisst dabei, dass man nun nicht gerade 'ne enge Ehrenrunde um die Sendantennen versuchen sollte.

Der Empfänger, der in wilde Zuckungen verfällt,
weil das Handy mal kurz sendet, gehört in den Müll !

Gut, man kann sein Handy natürlich beim Fliegen ausschalten. Mach' ich ja auch, aber eher deshalb, weil das Ding immer genau dann klingelt, wenn ich mich gerade auf meinen Landeanflug konzentrieren muss und nicht, wenn ich gemütlich meinen Kaffee schlürfe oder auf dem Altar der Tabaksteuer mein Brandopfer darbringe.

Was können wir dagegen tun?

Die deprimierende Antwort ist: garnichts. Die französischen Bündelfunksysteme werden sicher nicht kurzfristig abgeschaltet werden. Es bleibt nur zu hoffen, dass immer mehr Benutzer vom Bündelfunk zum Handy abwandern und die Nutzung dort zurückgeht. Wenn keiner was sagt, senden die Basisstationen auch nicht.

Allerdings gibt es schon einige Vorsichtsmassnahmen, die nicht nur gegen Überreichweiten sondern auch gegen Sendefrequenznichtwischer, Frequenzmarkenvergesser, Kanalfreiräumer, Wildflieger und Spielzeuge auf 35 MHz helfen. Sehr hilfreich ist dabei ein Scanner zur Frequenzüberwachung oder ein Channelcheck im Sender, die Störungen anzeigen, bevor man startet. Die optimale Lösung dabei ist ein empfindlicher Empfänger an einer möglichst hohen Antenne. Diese Antenne könnte z. B. ein vertikaler Strahler in mehreren Metern Höhe über der Erde sein. Ein solches Kon-

strukt wäre allerdings schon allein durch seine Größe eher ortsfest, kann aber an oder auf der Hütte am Platz montiert werden. Damit werden auch weiter entfernte Störer sichtbar, da, bedingt durch eine gute und hohe Antenne, der Erfassungsbereichs des Empfängers natürlich deutlich besser wird. Damit sieht man dann auch den Soloflieger drei Wiesen weiter nebenan, den ein Scanner am Boden oder ein Channelcheck-Modul im RC-Sender nicht erkennen kann.

Scannersysteme, die mit Antennen in Bodennähe betrieben werden, als z. B. Channelcheck, Frequenzüberwachung mit RC-Empfängern oder diese netten kleinen "Westentaschenscanner" (das ist nicht abwertend gemeint), können weiter entfernte Störer nicht so gut sehen, da ihr Radiohorizont eingeschränkt ist. Der Radiohorizont eines fliegenden Modells ist naturgemäss immer sehr viel größer.

Überreichweiten werden allerdings auch von Scannern mit Antennen in geringer Höhe noch gut erkannt, da die Störung von oben kommt.

Fazit

Gegen Überreichweiten und die daraus resultierenden Störungen kann man sich in gewissem Umfang durch Beobachtung des Frequenzbandes schützen. Einen absoluten Schutz bietet das leider nicht, da ein Störer jederzeit aktiv werden kann, also auch nachdem man gestartet ist. In dieser Situation nutzt auch der feudalste Scanner nichts mehr. Genausowenig wie gegen den lieben Vereinskollegen oder den Flieger auf der übernächsten Wiese.

Die z. Z. besten technischen Lösungen sind Frequenzdiversity-Systeme auf 35 MHz, die aber aus Platzgründen eher grösseren Modellen vorbehalten und auch nicht ganz billig sind oder 2,4 GHz-Systeme. Obwohl die gängigen 2,4 GHz-Systeme im Vergleich zu den traditionellen Systemen auf 35 MHz einen deutlich besseren Schutz gegen Störungen bieten, sollte man sich darüber im Klaren sein, dass es auch hier sehr große Unterschiede in der Resistenz gegen Störer gibt. Aber das ist wieder ein anderes Thema.

Holm- und Rippenbruch

Frank Tofarn
Modellflugkommission
Fachreferent Funk