

Amateurfunkbetrieb und elektromagnetische Störungen

Beurteilung von Funkstörungen, die Vorgehensweise, mögliche Maßnahmen zu ihrer Minderung bzw. Beseitigung durch die Störungsbearbeitung der BNetzA.

(Informationen zusammengestellt von Heinz Plate, DL2DAP (DARV-OV G73) eMail: dl2dap@dark.de)

Einführung – mit Definition des Amateurfunkdienst

Beispiel Studie: "Verträglichkeit von leitergebundenen TK-Systemen mit Funksystemen".

Unter **Amateurfunk** werden Funkdienste verstanden, die zur eigenen Ausbildung, zur (weltweiten) Kommunikation bzw. zu Forschungszwecken im nichtprofessionellen Bereich (ohne finanzielle Zielsetzungen) betrieben werden.

Bei den Ergebnissen muss davon ausgegangen werden, dass Sende- und Empfangs -Stationen in der Regel stationär in Wohnungen bzw. innerhalb von Wohngebäuden installiert sind.

Die Antennen sollten außerhalb des Gebäudes angebracht sein.

Die Sendeleistungen variieren zwischen wenigen Watt (inkl. Antennen mit Richtwirkung) bis zu 750 W.

Für das Verträglichkeitsszenario ist zu beachten, dass kein „**standardisierter**“

Amateurfunkdienst existiert, sondern viele Betriebsarten genutzt werden:

Sprachübertragung, CW, Paketdienste, DX, Funkpeilen, etc. in analogen bzw. digitalen Betriebsmodi.

Insbesondere der DX-Betrieb (**Weitbereichsfunk mit Empfangspegeln in der Nähe des Grundrauschpegels**) ist für die Störanalyse von Bedeutung.

Als Randbedingungen für das Verträglichkeitsszenar können festgehalten werden:

Die Empfangsantennen befinden sich in der **Nähe der betrachteten TK-Netze** mit Entfernungen in der Größenordnung von 10 m (oft Außenhaus).

Schutzforderungen des Amateurfunks beziehen sich in der Regel auf eine Messentfernung von 9 m.

- Der Betrieb findet oft am unteren Rand des erforderlichen Signal- Rauschleistungs-verhältnisses statt.
- **Schutzanforderungen** sind auf Basis des Grundrauschpegels zu definieren.
- Im **Kurzwellenbereich** geht man von Empfängerrauschzahlen im Bereich = 11 dB aus, die **Berechnungen sollten sich auf eine Dipolantenne** beziehen.

Die generelle Forderung des Amateurfunks gegenüber der zulässigen Interferenz durch leitungsbasierte TK-Netze lautet:

- Das in dem betrachteten Frequenzbereich vorherrschende gesamte Grundrauschen darf durch die neue Interferenz um maximal 0,5 dB steigen (entspricht einer Rauschtemperatur-erhöhung von rund 12%).

Dies bedeutet, der Interferenzpegel der TK-Netze muss stets mindestens 9,14 dB unterhalb des Grundrauschpegels liegen. Dieser setzt sich in Abhängigkeit der Frequenz aus dem Empfängerrauschen, dem atmosphärischen Rauschen, dem künstlichen Rauschen und dem galaktischen Rauschen zusammen.

Als Größenordnung für den Bereich 1 MHz bis 10 MHz verwendet z. B. die BBC (UK) für das Grundrauschen Werte zwischen 3,5 dBµV/m und 7 dBµV/m.

Die ITU Rauschkurven liegen in im Frequenzband 1 – 30 MHz zwischen 8,7 dBµV/m (bei 20 MHz) und 36,7 dBµV/m (bei 2 MHz).

Im Amateurfunk wird mit einer Messentfernung von 9 m gerechnet.

Setzt man hingegen eine Messentfernung von 3 m an, so dürfen die **Interferenzpegel** von TK-Systemen maximale Werte von **3,9 bis 7,4 dB μ V/m** für die Rauschwerte des BBC und der Amateurfunker selbst (als strengere Forderung [11]) bzw. **9,1 bis 37,2 dB μ V/m** gemäß ITU Rauschkurve annehmen. Die zugrunde liegende Nutzbandbreite beträgt **3 kHz**.

Die Messbandbreite nach CISPR beträgt 9 kHz und fließt in die Berechnungen der resultierenden Schutzkriterien ein. In diesem Fall entspricht eine Verdreifachung der Bandbreite einer Erhöhung der Feldstärke um den Faktor $\sqrt{3}$.

Da sich die **Schutzkriterien** für den Bereich kleiner 30 MHz oft auf den Grundrauschpegel beziehen, wird dieser anhand der **ITU-Recommendation 372** in den Kurven zu Grenzwertvorschlägen grafisch dargestellt

Empfindlichkeit eines Funkempfängers

Ist die Empfindlichkeit, die benötigt wird um eine Information bzw. Nachricht korrekt zu empfangen bzw. auszuwerten.

Diese wird häufig als Feldstärkewert (dB(μ V/m) oder Spektrale Leistungsflussdichte (z.B. dBm/Hz) angegeben. Hierbei ist zwischen Inband- und Außerband – Störer zu differenzieren.

Der störungsfreie Betrieb eines Funkdienstes

ist von in seiner Umgebung betriebenen elektrischen und elektronischen Geräten und Systemen abhängig.

Dabei ist zu beachten, dass im Empfangskanal die Störfestigkeit eines Empfängers nur gering sein kann, da ja ein Funkempfänger auf diesem Kanal Funksignale empfangen muss. Im Empfangskanal ist ein Funkempfänger daher auch für Störsignale offen.

Gerade hier unterscheidet sich ein Funkempfänger wesentlich von nicht funkgestützten Geräten, deren Störfestigkeit nicht in unmittelbarer Verbindung mit ihrer eigentlichen Betriebsfunktion steht.

Grundsätzlich gibt es zwei Richtungen aus denen Funkschutz zu realisieren ist.

Dies betrifft zum einen den **a. Schutz vor Nutzaussendungen** des gleichen oder von anderen Funkdiensten (Funkverträglichkeit) und zum anderen den **b. Schutz vor unerwünschten Störemissionen** von Geräten und Anlagen jeglicher Art (EMV).

Beide Ansätze nehmen dabei für sich in Anspruch das Schutzziel, nämlich den Funkschutz, ausreichend zu berücksichtigen. Trotz der selben zugrunde liegenden physikalischen Phänomene kommt es immer wieder zu Interpretationsspielräumen, die eine wertneutrale Beurteilung und Weiterentwicklung des Funkschutzes erheblich erschweren.

Anlagen und Informationen:

EMV-Ursachen

- Was sind Störquellen?
- Wie breiten sich Störsignale aus?
- Wie gelangen Störsignale auf Ihre Nutzsignale?

Schutzmassnahmen

- Wie können trotz gestörten Umfelds empfindliche Funk-Signale sicher empfangen werden?

Kollisionsfall

Ein Kollisionsfall liegt vor, wenn in der elektromagnetischen Umwelt

- trotz Einhaltung technischer Vorgaben, Kennzeichnender Merkmale und Standards elektromagnetische Unverträglichkeiten auftreten, welche die Funktion eines Gerätes beeinträchtigen,

- elektromagnetische Unverträglichkeiten auftreten, welche die Funktion eines Gerätes beeinträchtigen und keine technischen Vorgaben, Kennzeichnenden Merkmale oder Standards vorhanden sind.

Breitband-Störung

Eine Breitband-Störung liegt vor, wenn entweder

- durch eine stoßartig verlaufende elektrische oder magnetische Zustandsänderung (z. B. Schaltvorgänge, Schaltnetzteile, Funkenentladungen) ein kontinuierliches Spektrum entsteht, das sich nicht in einzelne Schwingungen (Spektrallinien) zerlegen lässt.
- oder durch langsam (niederfrequent) aufeinander folgende, impulsförmig verlaufende Vorgänge (z.B. Gasentladungen, Kollektormotoren), ein diskontinuierliches Spektrum eng benachbarter Schwingungen (Spektrallinien) entsteht.

Diskrete Störungen (Schmalbandstörung)

Diskrete Störungen sind Funkstörungen auf diskreten Frequenzen, die durch periodisch ablaufende elektromagnetische Vorgänge verursacht werden.

Funkempfangs- Störung

Hochfrequente Störung des Funkempfangs.

Sie liegt vor, wenn unerwünschte elektromagnetische Schwingungen im hochfrequenten Empfangskanal einer Funk-Empfangsantennenanlage oder eines Funkempfängers zusammen mit dem Nutzsignal über die Antenne bzw. den geräteseitigen Antenneneingang aufgenommen werden und die Wiedergabe des Nutzsignals erkennbar beeinträchtigen.

Mindestnutz-Feldstärke

Feldstärke, die mindestens erforderlich ist, um einen befriedigenden Empfang zu erreichen.

Störabstand

Verhältnis zwischen Nutzleistung und Störleistung.

Der Bezug erfolgt entweder auf das Verhältnis zwischen

- a) Nutzaussendung/störende Aussendung bzw. Nutzaussendung/störende Ausstrahlung oder auf das Verhältnis zwischen
- b) NF-Nutzsignal/NF-Störsignal

Störfeldstärke (Gemäß Wiener Vereinbarung 1986)

Feldstärke einer fremden Aussendung, die ihre maximal zulässige Feldstärke für 50% Orts- und 10% Zeitwahrscheinlichkeit überschreitet.

Störende Aussendungen, die diese Feldstärken überschreiten, verursachen per Definition schädliche Störungen. Störende Aussendungen, die darunter liegen, verursachen zulässige Störungen.

Höhe der Messantenne an der politischen Grenze: 10m.

Höhe der Messantenne an der Versorgungsgrenze: 3 m.

Störgeräusch (man-made-noise)

Von der Antenne aufgenommenes Störgeräusch, welches durch den Betrieb elektrischer/elektronischer Geräte/Anlagen/Systeme sowie durch Sendefunkstellen verursacht wird. Das natürliche Rauschgeräusch (athmospheric noise) gehört nicht hierzu.

Bezug zur EMV:

Eine Erhöhung des man-made-noise zieht eine meist nicht realisierbare Erhöhung der Leistungen von Sendefunkstellen nach sich, um den (für die jeweils zu übertragende Nachricht) erforderlichen Störabstand bei gleicher Bandbreite sicherzustellen.

Störung siehe auch RR Nr. 160

Auswirkung einer durch eine Aussendung, Ausstrahlung oder Induktion (oder durch eine Kombination dieser) entstehenden unerwünschten Energie auf den Empfang in einem Funksystem.

Diese Auswirkung macht sich durch Verschlechterung der Übertragungsgüte durch Entstellung oder Verlust von Nachrichteninhalt bemerkbar, welcher bei Fehlen dieser unerwünschten Energie verfügbar wäre.