

EMV- Störungen aktuelle Problemthemen 2022 von DL2DAP

Amateurfunkbetrieb und elektromagnetische Störungen

Beurteilung von Funkstörungen, die Vorgehensweise, mögliche Maßnahmen zu ihrer Minderung und weitere Informationen.

(Informationen zusammengestellt von Heinz Plate, DL2DAP, eMail: plate.dl2dap@t-online.de)

Definition, Entstehung, Ausbreitung und Auswirkungen

Als Funkstörungen werden unerwünschte elektromagnetische Störaussendungen bezeichnet, die den Funkempfang oder andere elektronische Geräte stören.

Dabei wird grundsätzlich zwischen **leitungsgeführten** Störungen („Störspannung“) und **feldgebundenen** Störungen („Störstrahlung“ bzw. „Störfeldstärke“) unterschieden.

Um **Funkstörungen** zu vermeiden, müssen alle „Geräte“ entsprechend der Definition der **EMV- Richtlinie 2014/30/EU** die Anforderungen erfüllen und müssen deshalb mit einem CE-Kennzeichen versehen sein, bevor sie in den Verkehr gebracht werden dürfen. Sie müssen nach dem Stand der Technik so entworfen und gefertigt sein, dass die von ihnen ausgehenden elektromagnetischen Störungen keinen Pegel erreichen, bei dem ein bestimmungsgemäßer Betrieb von Funk- und Telekommunikationsgeräten oder anderen Betriebsmitteln nicht möglich ist (§ 4 Abs.1 EMVG 2016).

Darüber hinaus müssen sie gegen die bei bestimmungsgemäßem Betrieb zu erwartenden elektromagnetischen Störungen hinreichend unempfindlich sein, um ohne unzumutbare Beeinträchtigung bestimmungsgemäß arbeiten zu können (**§ 4 Abs. 2 EMVG 2016**).

Funkentstörung ist die Minderung dieser Störungen meist unter die Grenzwerte, die in den relevanten Normen festgelegt sind bzw. bei konkreten Störfällen soweit, dass die bestimmungsgemäße Funktion der betroffenen Geräte wieder hergestellt ist.

Liste der fachlichen Schwerpunkt / Problem-Themen - Stand: Juli 2022

(Informationen als Anlage bzw. auf Anforderung bei mir per eMail)

- **BEMFV- Anzeigeverfahren** durch den Funkamateurl zur Information
- **EMV- Störungsbearbeitung** und Störfall-Problematik bei Konflikten
- **Photovoltaik, Schaltnetzteile u. Energiesparlampen, PLC** („Breitbandstörer“)
- **Breitbandnetze** (TV-Kabel u. Internetzugang) **VDSL 2** - Störungen
- **Windkraft- Anlagen** - EMV und Störungen
- **WPT (EV) KFz.** - Ladetechnik und EMV- Störungen

Zielstellung bei den Schwerpunkten:

- Prioritäten im EMV- Referat (**DARC und Distrikt**) abstimmen und festlegen
- EMV/U-relevante Kriterien zielgenau erfassen und bewerten
- Qualität der Berechnungen und Ergebnisse bei reproduzierbaren Messergebnissen
- Akzeptanz bei allen Beteiligten / Betroffenen bei den festgestellten Ergebnissen
- Effektivität für den Amateurfunkdienst und störungsarmen Funkbetrieb
- Verantwortliches Handeln der Beteiligten in den DARC- Fachreferaten bzw. Distrikten

Voraussetzungen zur Umsetzung:

- Konzentration auf die Schwerpunkte **“Hilfe zur Selbsthilfe“**
- Besondere Fachkenntnisse (*Gesetze, Richtlinien, Standards/Normen*)
- Technischer Sachverstand zur allgemeinen EMV/U-Thematik
- Umfangreiche EMV/U-Fachkenntnisse in Technik und Messpraxis
- Engagement, Motivation und Teamarbeit mit Informationsaustausch

-Priorität nach Aktualität aus Gesetzen/Verordnungen/Regelungen der Behörde

- Klare Trennung zwischen **“Erfordernis/Gewünscht“** und **“Politisch/ Fachlich“** und Eckpunkte festlegen (*ggf. Einzelfallbetrachtung*)
- Checkliste bei Störungsbearbeitung Amateurfunk (*sinnvoll ?*)
- Folgemaßnahmen bei Kollision & Widerspruchsverfahren der Behörde (*“Einzelfallbetrachtung“*)
- Erkenntnisse und Perspektiven für das weitere Vorgehen

Schutzanforderungen der Funkdienste unter Berücksichtigung der EMV-Normung und die Funkverträglichkeit.

Funkverträglichkeit und EMV- Normung behandeln im Grundsatz dasselbe Phänomen – die physikalisch - technischen Eigenschaften und Auswirkungen elektromagnetischer Wellen.

Funkschutz

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).

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 (athmospharic 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 Nachrichteninhalte bemerkbar, welcher bei Fehlen dieser unerwünschten Energie verfügbar wäre.

Die Nutzung dieser Ressource wird nicht nur durch Funkanlagen des eigenen und anderer Funkdienste und deren **Störemissionen**, sondern auch durch die sonstige EMV- Umwelt beeinflusst.

Störaussendung (EMI electromagnetic interference - Funktionsminderung einer Einrichtung durch elektromagnetische Störgrößen / **RFI** radio frequency interference - Minderung der Empfangsqualität eines gewünschten Signals durch **hochfrequente Störgrößen**):

“Grenzwerte gelten für leitungsgebundene (terminal) und abgestrahlte Emission (radiated) Störstrahlung nach Internationale Normen CISPR“ z.B. CISPR22 / EN55022 (EN55032).

Auch hier ist zu beachten, dass die Grenzwerte für die abgestrahlte Emission auf eine Messentfernung von 3m umgerechnet sind. Generell schreibt die CISPR Pub. 22-Regelung eine Messentfernung von 10m vor.

Was sind die häufigsten Störquellen?

Heutzutage werden viele verschiedene Geräte verwendet die Störungen verursachen können. Nachfolgend finden Sie Einzelheiten zu einigen der häufigeren Störquellen durch Störemissionen.

Ständige Neu-Entwicklungen und Optimierungen im Bereich:

der **abgestrahlten Störungen (Breitbandstörer)** von VSDL, Powerline, LED Leuchtmittel und Schaltnetzteilen, WPT (Wireless Power Transfer – drahtloses Laden von Kleingeräten, Kraftfahrzeugen), Optimierungsmodule für PV-Anlagen (Photovoltaik), Netzwerke, Plasma-TV.

Störemissionen von Schaltnetzteilen, Energiesparlampen, Photo-Voltaik Anlagen und PLC verderben Funkamateuren und Radiohörern immer mehr den Spaß an der Kurzwelle. Ein guter Grund, der zunehmenden elektromagnetischen Umweltverschmutzung des Radiospektrums mehr Aufmerksamkeit zu widmen und ihr entgegenzuwirken.

Schaltnetzteile und Energiesparlampen - Störemissionen (Interference Emissions)

Die Mehrheit der netzbetriebenen Niederspannungsgeräte verwendet heute Schaltnetzteile. Dazu gehören Telefonladegeräte, Fernseher, elektrische Zahnbürsten, LED-Leuchten und viele, viele andere Geräte.

*Die Norm unterscheidet bei den leitungsgebundenen **Störemissionen Grenzwerte** nach Klasse A –Industrielles Umfeld und Klasse B –Wohn-Umfeld*

Ein Schaltnetzteil schaltet den Strom viele Male pro Sekunde ein und aus, um einen geregelten Ausgang zu erzeugen. Wenn es jedoch nicht richtig unterdrückt wird, kann es bei seiner Schaltfrequenz Oberwellen erzeugen, typischerweise alle 15 oder 20 kHz über ein sehr breites Frequenzband. Das Rauschen kann die Form eines Brummens annehmen, das häufig in der Frequenz herumdriftet, typischerweise wenn sich die Temperatur oder die Belastung der Stromversorgung ändert.

Bei Steckernetzteilen ändert sich der auftretende Interferenzpegel häufig, wenn das Netzteil von dem Gerät getrennt wird, das es mit Strom versorgt. Aber Vorsicht, es ist nicht unbedingt so, dass es nur dann Störungen gibt, wenn das eingeschaltete Gerät in Betrieb ist, **einige Geräte erzeugen mehr Störungen, wenn sie sich im Ruhezustand befinden.**

LED-Leuchten gibt es in vielen verschiedenen Formen und werden heute aufgrund ihrer deutlich höheren Effizienz und langen Lebensdauer im Vergleich zu herkömmlichen Glühlampen immer häufiger eingesetzt. **LED-Leuchten werden normalerweise von einer Art Schaltnetzteil gespeist**, das in die Glühbirne integriert oder in einiger Entfernung von den eigentlichen Glühbirnen angeordnet sein kann.

Kabellose Ladegeräte

Viele Geräte wie z. B. Mobiltelefone verwenden zunehmend „drahtloses“ induktives Laden, bei dem ein relativ lose gekoppelter Transformator zwischen Drahtspulen im Telefon und der Ladebasiseinheit gebildet wird.

Das Hauptmerkmal dieser Störung ist wahrscheinlich ein Breitbandsignal mit sich wiederholenden Spitzen im Frequenzbereich. Der Störpegel ändert sich wahrscheinlich allmählich, wenn das Telefon aufgeladen wird, sodass dies auf diese Art von Störungen hinweisen kann. In ähnlicher Weise wird das Entfernen des Telefons höchstwahrscheinlich eine signifikante Änderung der Störung verursachen, und das **Ausschalten des Ladegeräts** sollte die Störung vollständig beseitigen, sodass beides helfen sollte, die Ursache einer Störung zu identifizieren.

PLC – (Powerline Internet Netz) - Störemissionen (Interference Emissions)

Auftretenden Empfangsstörungen, wenn in der näheren Umgebung einer Amateurfunkstation **Internet über PLC- Powerline Adapter** eingesetzt werden und diese Signale über Stromleitungen innerhalb des Hauses übertragen werden.

Bei Störungen durch PLC-Geräte hat man es eher mit Einzelstörern zu tun, die auch dank des oft vorhandenen Prasselgeräuschs leichter aufzufinden sind.

Es ist erfreulich, dass beteiligte Geräte die Pegel in den Amateurbändern nach EN50561-1 tatsächlich absenken.

Ihre abgestrahlten Störungen können auch mit den Richtwerten nach ECC Rec (09)02 verglichen werden.

Wegen ihrer dauernden Präsenz sind auch PLC-Störungen sehr lästig und können den Amateurfunkbetrieb stören.

VDSL 2 – Störemissionen (Interference Emissions)

VDSL (Breitbandinternetzugang) die Störungen von VDSL sind kontinuierlich, unabhängig davon, ob das Internet verwendet wird oder nicht. Die Störung zeichnet sich dadurch aus, dass sie Breitbandrauschen erzeugt, das leicht mit herkömmlichem Hintergrundrauschen verwechselt werden kann (z. B. thermisches Rauschen, atmosphärisches Rauschen usw.). Um bei VDSL2 eine Übertragungsgeschwindigkeit von bis zu 100 MBit/s (symmetrisch) zu erreichen, wird der **Frequenzbereich bis 8, 17 oder 30 MHz** in mehrere Downlink- und Uplink-Bereiche aufgeteilt.

Störungen treten eher dort auf, wo der Telefondienst über Antennenkabel (oberirdisch) bzw. Antennenkabel des BK-Netz in oder benachbarte Häuser geliefert wird, da die Anschlussleitung als effiziente HF-Antenne fungieren kann. Das Abstimmen um diese Frequenzen herum und das Hören, während sie das S-Meter beobachten, zeigt ein Rauschen wenn VDSL-Störungen vorliegen. Das Signal fällt zunächst gerade ab unterhalb der Übergangsfrequenz und steigt dann wieder über die Übergangsfrequenz an.

Beachten Sie, dass VDSL-Störungen nicht nur von Ihrem eigenen Telefonanschluß, sondern auch von anderen VDSL-Anschlüssen stammen können. Wenn VDSL-Signale aus dem Telefonkabel austreten und Störungen verursachen, ist es möglich, dass beim Senden die übertragenen Signale auch in das Telefonkabel eindringen.

Bei VDSL-Störungen ist außerdem zu beachten, dass neben den eigentlichen VDSL-Signalen auch der Router selbst, sein Netzteil sowie die Ethernet-Ports und -Kabel Störquellen sein können.

PhotoVoltaik Anlagen – Störemissionen (Interference Emissions)

Solar-PV-Anlagen können eine Quelle von HF-Störungen sein, die symbolträchtig von den elektronischen Wandlern stammen, die den DC-Ausgang von den Solarmodulen in eine AC-Versorgung umwandeln. Das Hauptmerkmal dieser Störung ist wahrscheinlich ein Breitbandsignal mit sich wiederholenden Spitzen im benutzten KW- Frequenzbereich. Es ist wahrscheinlich, dass der Störpegel einer Solar-PV-Anlage mit der momentanen von den Solarmodulen erzeugten Energiemenge variiert.

Daher kann die Suche nach Schwankungen zwischen Tag und Nacht oder sonnigen bis trüben Tagen ein Hinweis darauf sein, ob eine Solar-PV-Anlage eine Störquelle darstellt.

Große konventionelle PV-Anlage von etwa 12 kW können künftig massiv Störungen verursachen. Es wäre sinnvoll die Entstörmittel in einem separaten Gehäuse unterzubringen, das bei Bedarf neben jedem Optimizer montiert werden könnte, Hersteller haben versprochen in der Anlage verbauten Optimizer durch verbesserte Modelle zu ersetzen sobald diese verfügbar sind.

Deshalb sind weitere Anstrengungen zur Reduktion der Störungen erforderlich, um eine friedliche Koexistenz zwischen PV und Amateurfunk zu erreichen.

Windkraft Anlagen (Windräder) – Störemissionen (Interference Emissions)

Einhaltung der EMV-Anforderungen gemäß den in der EMV-Richtlinie 2014/30/EU und in der Maschinenrichtlinie festgelegten Anforderungen des Europäischen Rates im Hinblick auf die funktionale Sicherheit.

Die IEC 61400–1 nennt die grundlegenden Auslegungsanforderungen zur Gewährleistung der Konstruktionsintegrität von Windenergieanlagen.

CISPR 11 „Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte - Funkstörungen - Grenzwerte und Messverfahren“.

Während sie „grüne“ Energie liefern können, werden die zugehörigen **Hochspannungskonverterstationen in einigen Fällen als wesentliche Quelle von HF-Störungen** nachgewiesen, hauptsächlich im niederfrequenten HF-Spektrum.

Die erzeugten Störungen können manchmal über einen sehr weiten Bereich gehört werden, unterstützt durch die Höhe der Turbinen, die als effektive Viertelwellenlängen-Vertikalen wirken können. Wenn **Störungen durch einen Windpark** vermutet werden, suchen sie nach modulierten 100-Hz-Signalen, insbesondere im 160-m- oder 80-m-Band, und bitten sie ggfls. andere örtliche Funkamateure um Hilfe, um bei der eindeutigen Identifizierung der Quelle behilflich zu sein. **Peiltechniken mit einem tragbaren Empfänger können helfen, den genauen Ort der Störung zu identifizieren.**

WPT- EV Kabelloses Laden – Störemissionen (Interference Emissions)

WPT oder "**Wireless Power Transfer**", also das **drahtlose Laden von E-Fahrzeugen**, wird in Zukunft bei Einführung dieser neuer Technologie **erhebliche und großflächige Störungen** auf unseren KW-Frequenzen verursachen.

Wir haben es mit einer **neuen Technologie** zu tun, die in Zukunft Teil der Lade-Infrastruktur für Elektrofahrzeuge sein wird, die mit einigen Kilowatts auf der Arbeitsfrequenz zwischen 79 und 90 kHz Störungen verursacht. *Eine Studie der ITU belegt die bestehende Grenzwerte werden keinen ausreichenden Schutz bieten.*

Es handelt sich dabei um elektromagnetisch übertragene Energie (Prinzip Transformator mit Luftspalt) von hohen kW Leistungen.

Wir Funkamateure sind jedenfalls gut beraten, wenn wir bei dieser neuen EMV- Problematik auch diese Störungen mit beobachten und dokumentieren.