

## Störungen und Störende Beeinflussungen

### 1. Allgemeine Bemerkungen

Störungen des Rundfunk- und Fernsehempfangs sowie Störungen in Tonbandgeräten, NF-Verstärkern, CD-Spielern, Videorecordern und dergleichen sind für den betroffenen Funkamateurl und für den gestörten Rundfunk- und Fernsehteilnehmer mit Unannehmlichkeiten verbunden. Der Funkamateurl sollte daher alle Möglichkeiten ausschöpfen, um die Ursachen der Störungen herauszufinden und Abhilfe zu schaffen, damit der nachbarliche Friede gewahrt bleibt.

Mit **BCI** (Broadcast Interference) und **TVI** (Television Interference) bezeichnet man die häufigste Form von Elektromagnetischer (Un)-Verträglichkeit (EMV): die Beeinträchtigung der Wiedergabe beim Ton- oder Fernsehempfang durch Aussendungen von Amateurfunkanlagen. Beeinflussungen können sowohl durch Signale entstehen, die im Nutzkanal des Funkempfängers liegen, als auch durch solche, die außerhalb dieses Kanals auftreten. Im ersten Fall spricht man von **Störungen**, im zweiten Fall von **störenden Beeinflussungen**. Bei Störungen führen in erster Linie Maßnahmen auf der Senderseite und bei störenden Beeinflussungen Maßnahmen auf der Empfängerseite zu einer Verringerung oder Beseitigung der unerwünschten Beeinträchtigungen.

Die vom Sender ausgestrahlte HF kann auf verschiedenen Wegen zur Funkempfangsstelle gelangen: über die **Antennenanlage**, über das **Lichtnetz**, über **Verbindungskabel**, die als Antennen wirken, und durch **Direkteinstrahlung**.

Prüfungsfragen Klasse A: TK101-120, Klasse E: TK101-107

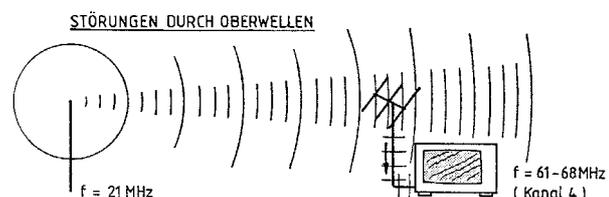
### 2. Wie entstehen Störungen in Rundfunk- und Fernsehgeräten sowie in NF-Anlagen?

#### a) Störungen durch unerwünschte Ausstrahlungen der Amateurfunkstation (z.B. durch Oberwellen)

Harmonische Aussendungen (Oberwellen) sind Vielfache der Sendefrequenz.

Beispiel:

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| Grundfrequenz<br>(= 1. Harmonische): | 21 MHz |
| 2. Harmonische                       | 42 MHz |
| 3. Harmonische                       | 63 MHz |



Die Harmonischen können mit Hilfe eines PI-Filters und/oder eines Antennenanpassgerätes in Tiefpasskonfiguration bedämpft werden.

Nach Verfügung Nr. 33/2007 zur AfuV sind die unerwünschten Ausstrahlungen (harmonische Aussendungen, parasitäre Aussendungen und Intermodulationsprodukte) "auf das geringstmögliche Maß zu beschränken" und zwar im Kurzwellenbereich um 40 dB und im VHF/UHF-Bereich um 60 dB. Eine Reduktion unter 0,25 µW ist aber nicht erforderlich.

## b) Störende Beeinflussungen

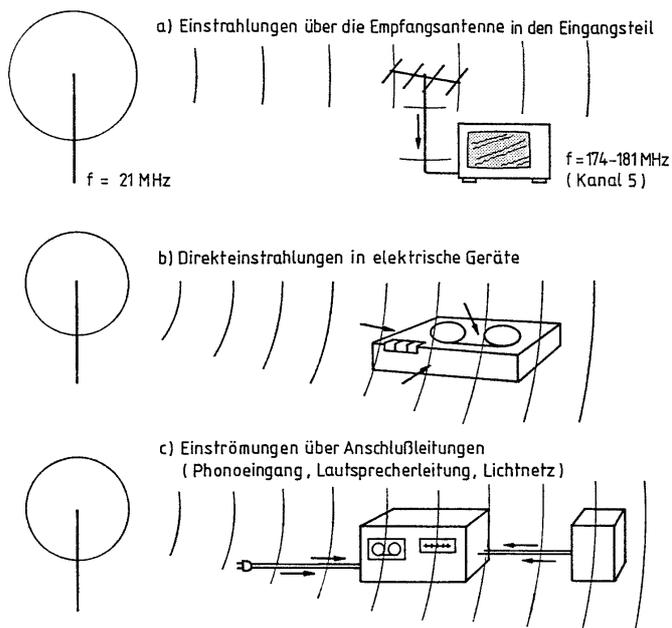
### Übersteuerung der Empfänger-Eingangsstufe durch benachbarte Sender

Einstrahlungen über die Empfangsantenne können den Eingangsteil zustopfen, so dass das Nutzsignal nicht mehr verarbeitet werden kann.

Direkteinstrahlung der HF in den NF-Teil von Fernseh- und Rundfunkanlagen, NF-Verstärkern, Tonbandgeräten, Plattenspielern, CD-Spielern, Videorecordern usw.

Bei Direkteinstrahlung wird der gesamte Empfangsbereich eines Fernseh- oder Rundfunkgerätes gestört - unabhängig von der jeweils eingestellten Empfangsfrequenz. Die Störungen werden durch Demodulation an Halbleitern und anderen Bauteilen erzeugt, und zwar vorwiegend in der NF-Vorstufe der betroffenen Geräte. Die Beseitigung der aufgeführten Störungen ist i.a. ohne Eingriffe in das gestörte Gerät nicht möglich. Entstörungsmaßnahmen sollten daher nur vom Fachmann ausgeführt werden.

#### STÖRENDE BEEINFLUSSUNGEN



### Einstrahlungen über das Lichtnetz

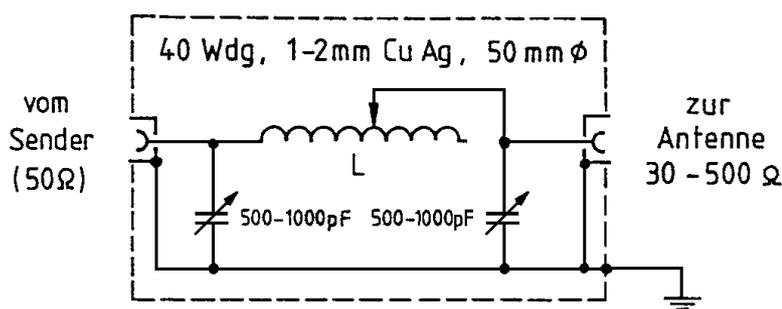
Das Eindringen vagabundierender HF in das Lichtnetz wird durch eine Netzverdrosselung, wie sie in fast allen Sendernetzteilen bereits eingebaut ist, verringert. Notfalls muß ein HF-Entstörfilter, auch Netzfilter genannt, eingebaut werden. Umgekehrt sollte auch das gestörte Empfangsgerät ein Netzfilter enthalten oder - falls es fehlt - wird es ohne Eingriff in das Gerät extern vorgeschaltet.

## 3. Wie kann der Funkamateurl Störungen vermeiden/beseitigen?

### a) Entstörmaßnahmen beim Funkamateurl

In vielen Fällen lassen sich Störungen vermeiden, wenn folgende Punkte beachtet werden:

- Geräte erden,
- Senderausgang mit einem Tiefpassfilter versehen.
- Antennenanlage richtig anpassen.
- Sender mit PI-Filter (Collinsfilter, siehe Bild) richtig abstimmen (ist bei Röhrengeräten immer eingebaut) oder ein Antennenanpassgerät (Matchbox) - vorzugsweise auch in Tiefpasskonfiguration - möglichst nahe an der Antenne verwenden



- Senderendstufe nicht übersteuern (Kontrolle durch ALC-Anzeige). Bei Übersteuerung der Endstufe treten unerwünschte Ausstrahlungen (Intermodulationsprodukte, Harmonische und so genanntes Splatter) auf.
- Übermodulation vermeiden,
- Antenne möglichst hoch und frei aufbauen.
- Nichtstrahlende Antennenzuleitungen benutzen (Koaxkabel).
- Symmetrierglied (Balun) zwischen unsymmetrischer Speiseleitung und symmetrischer Antenne einbauen.
- Mantelwellensperre vorsehen (besonders bei unsymmetrisch gespeisten Antennen)
- Bestimmte Antennenformen wie Dipol, W3DZZ und Yagi-Antennen neigen weniger zu BCI- und TVI-Störungen als andere, z.B. Langdraht-, Windom- und Groundplane-Antennen.
- Direkte HF-Einstrahlung in das Lichtnetz vermeiden (Netzfilter einsetzen).

Es ist zweckmäßig, für die Funkanlage eine eigene Erdleitung zu installieren, die nicht mit dem Erdungsnetz der Rundfunk- und Fernsehantennenanlage verbunden ist.

### **b) Entstörmaßnahmen bei gestörten Rundfunkgeräten**

Störende Beeinflussungen von Rundfunkgeräten sind meistens auf zu geringe Störfestigkeit der Geräte zurückzuführen. Um die Störfestigkeit von Consumergeräten generell zu erhöhen, hat die Aufsichtsbehörde Ende der 70er Jahre neue Technische Vorschriften für Rundfunkgeräte herausgegeben, deren Grenzwerte inzwischen mit geringen Abstrichen in der ganzen EU gelten. Die Grenzwerte für die Störfestigkeit (Eingangs-, Einströmungs- und Einstrahlungs-Störfestigkeit) sind verbindlich für alle Geräte, die ab dem 1.7.1981 serienmäßig hergestellt wurden. Leider kümmert das viele Importeure von „Made in China“ wenig. Man unterscheidet:

- Eingangs-Störfestigkeit: Störfestigkeit gegenüber Einwirkungen von Fremdsignalen über den Antenneneingang
- Einströmungs-Störfestigkeit: Störfestigkeit gegenüber Einwirkungen von Fremdsignalen auf angeschlossene Leitungen wie z.B. Netzleitungen, Lautsprecherleitungen, ....
- Einstrahlungs-Störfestigkeit: Störfestigkeit gegenüber Fremdsignalen, die durch magnetische oder elektrische Felder direkt in die Empfangsschaltung eingekoppelt oder eingestrahlt werden.

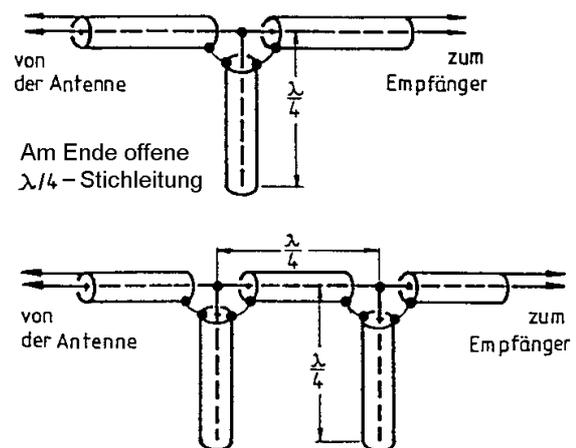
In den ersten beiden Fällen hilft der Einbau von HF-Trenntrafos und Filtern (Tiefpassfilter, Hochpassfilter, Ringkerne). Das erfordert vor allem keine Eingriffe in das gestörte Gerät. Einstrahlstörungen sind - wenn überhaupt - nur durch den Fachmann zu beseitigen (vgl. die Serviceanleitungen der Herstellerfirmen).

### **c) Entstörmaßnahmen bei gestörten Fernsehgeräten und UKW-Radios ohne Lang-, Mittel- oder Kurzwellenbereich**

Bei der Beseitigung von TVI-Störungen hilft in vielen Fällen ein Hochpassfilter mit der Grenzfrequenz 35 MHz. Es lässt nur Frequenzen oberhalb von 35 MHz durch, so dass unerwünschte Eingangsspannungen von KW-Sendern bedämpft werden.

Da der Fernsehbereich I (41 - 68 MHz) nicht mehr benutzt wird, kann bei TVI ggf. ein Hochpassfilter mit der Grenzfrequenz von ca. 160 MHz eingesetzt werden. Es bedämpft unerwünscht auftretende Eingangsspannungen, die von KW- und 2m-Sendern (144 bis 146 MHz) stammen, lässt jedoch die Fernsehbereiche III (174 - 223 MHz) und IV/V (470 - 790 MHz) unbedämpft.

Weitere Entstörmittel, die beim Auftreten von BCI und TVI eingesetzt werden können sind: HF-Trenntrafos, Bandsperren (144/146 MHz oder 430/440 MHz) sowie Sperr- und Saugkreise, die auf die Störfrequenz abgestimmt werden, oder Bandpässe, die auf die Nutzfrequenz abgestimmt werden. Elegant sind die Lösungen mit koaxialen Stichleitungen als Bandsperre (vgl. Bild rechts. Oben: einfaches Sperrfilter, unten: koaxiales PI-Filter). Meist helfen aber schon Ringkerne über Netz- und/oder Antennenleitungen nahe am Rundfunk- oder Fernsehgerät. Sie beseitigen Gleichtakt-HF-Störsignale zuverlässig. Jeder Funkamateurl sollte verschiedene Größen vorrätig haben!



#### d) Entstörmaßnahmen bei gestörten NF-Geräten

Durch Abschirmen sowie durch Abblocken und Verdrosseln der NF-Stufen und Lautsprecherleitungen können HF-Einstrahlungen in Tonbandgeräte, NF-Verstärker und Stereo-Anlagen vermieden werden. Das sind aber Eingriffe ins Gerät, die sich beim Nachbarn verbieten. Besonders empfindlich sind sog. Aktivboxen, da die Zuleitungen wie eine Antenne wirken. Abhilfe auch hier: Kabel mehrfach durch Ringkerne führen, um die Einströmung zu unterbinden.

#### 4. Abschließende Bemerkungen

Im Störfall sollte der Funkamateurl zuerst seine Sende- und Antennenanlage überprüfen. Beim Selbstbau eines Senders ist darauf zu achten, dass keine Selbsterregung der HF-Verstärker eintritt, dass keine Tastclicks auftreten, dass die Endstufe nicht übersteuert wird und dass die Aussteuerung bei SSB im linearen Bereich erfolgt.

Besonders störungsträchtig sind unsymmetrische Antennen und Groundplane-Antennen mit wenigen Radials. Wer so etwas einsetzen will, sollte zu seinen Nachbarn einen wesentlich größeren Abstand haben als zur Einhaltung der Personenschutzgrenzwerte erforderlich ist. Und er sollte - meist mehrere - Mantelwellensperren einsetzen.

Consumergeräte müssen Einstrahlungen von 3 V/m vertragen, was deutlich unter den Personenschutzgrenzwerten von meist 27 V/m liegt. Diesen Kompromiss ging die Behörde seinerzeit im Interesse der Kostenminimierung mit der Auflage ein, dass der Hersteller nachbessern muss, wenn es im Einzelfall zu Störungen kommt und der Funkamateurl seine Betriebsauflagen einhält. Leider will davon heute so gut wie niemand mehr etwas wissen!

Lassen sich die Störungen mit eigenen Mitteln nicht beheben, so kann der Funkstörungsmessdienst der BNetzA eingeschaltet werden. Die Störungsmeldung muß vom gestörten Funkempfangsteilnehmer ausgehen (also nicht vom Funkamateurl). Dieser Schritt sollte jedoch gut überlegt sein, da eventuell ausgesprochene einschränkende Betriebsauflagen praktisch nicht mehr rückgängig zu machen sind! Außerdem können erhebliche Kosten anfallen. Also lieber vorher unter Inanspruchnahme der Fachleute des DARC-Ortsvereins eine akzeptable Lösung suchen bis feststeht, dass die Geräte beim gestörten Funkempfangsteilnehmer fehlerhaft sind.

Grundsätzlich sind folgende drei Fälle zu unterscheiden:

- a) die **Amateurfunkstelle** hält die Auflagen und Grenzwerte **nicht** ein,
- b) die Amateurfunkstelle hält die Auflagen und Grenzwerte ein; die **Empfangsfunkanlage** hält die Auflagen und Grenzwerte **nicht** ein,
- c) **beide** Funkstellen - die Amateurfunkstelle und die Empfangsfunkanlage - **halten die** jeweiligen Auflagen und Grenzwerte **ein**.

In den Fällen a) und c) hat der Funkamateurl seinen Betrieb so einzurichten, dass der Empfang nicht mehr gestört wird (§ 16(4) der AFuV). Bei anhaltenden Störungen des Funkempfangs kann die BNetzA der störenden Amateurfunkstelle nach § 17(2) der AFuV bis zur Aufklärung oder Beseitigung der Störungsursache bestimmte Auflagen erteilen (Sperrzeiten, Sperrung bestimmter Frequenzbereiche, Auflagen hinsichtlich der Sendeleistung). Der Funkamateurl muss bei der Störungssuche aktiv mit helfen.

Im Fall b) ist der gestörte Empfangsteilnehmer für die Beseitigung der störenden Beeinflussung zuständig. Dies ist z.B. der Fall, wenn für den Fernsehempfang ein Breitband-Antennenverstärker und kein selektiver Verstärker benutzt wird (das gibt es neuerdings wieder beim DVB-T-Empfang!) oder wenn das Vergleichsgerät der Behörde keine Fehler zeigt. Eindeutig ist die Lage auch, wenn der Grenzwert von 3 V/m nicht überschritten wird.

## 5. Störungen des Amateurfunkempfangs durch Kabelfernsehanlagen und PLC

Die häufigste und leider auch meist nicht behebbare Störung verursachen **Kabelfernsehanlagen** im Sonderkanal S6, wo der Tonträger zwischen 145.625 und 145.750 den Relaisempfang oft unmöglich macht. Ursache sind oft schlecht geschirmte Antennenanschlusskabel beim Fernsehteilnehmer oder gar fehlende oder schlechte Masseverbindungen in den Steckern. Auch wenn der Kabelfernsehanschluss nur im Keller liegt und nicht benutzt wird, können die Störungen durch das Telefonnetz im Haus "verschleppt" werden.

Neuerdings werden sogar Sonderkanäle benutzt, die im 70cm-Band liegen!

Gravierender sind Störungen durch **PLC**. PLC steht für **Power Line Communication** also Kommunikation über das Stromnetz. Dabei werden digital codierte Signale im Frequenzbereich 1,8 bis 30 MHz benutzt. Man unterscheidet PLC zur Internetverbindung, die von den **EVU** angeboten wird und die wesentlich häufigere **private in-house Vernetzung**. Die in DL geltenden NB30-Nutzungsbestimmungen, die schon deutlich oberhalb der Planungswerte für den ungestörten Rundfunkempfang liegen, werden dabei um "ganze Bauernschuh" überschritten. Werte von 40 dB sind keine Seltenheit. Manchmal sind Amateurfunkbereiche relativ sauber, aber der Kurzwellenempfang von Rundfunk oder DRM sind unmöglich.

Bei derartigen Störungen sollte sofort eine Störungsmeldung an die BNetzA erstellt werden, damit die Geräte möglichst schnell außer Betrieb genommen werden. Der Vorsitzende des nächsten DARC-Ortsvereins hält Formblätter dazu bereit.

Sehr hilfreich ist es, wenn der Funkamateurl die Störquelle schon im Vorfeld mit tragbaren Empfängern eingegrenzt hat. Auch ein 80-m-Peiler kann nutzbringend eingesetzt werden.