

Störungen und Störende Beeinflussungen

Hinweis: Hierzu gehören die DARC-Folien 32.1 bis 32.9

1. Allgemeine Bemerkungen

a) Störungen des Rundfunk- und Fernsehempfangs sowie Störungen in Tonbandgeräten, NF-Verstärkern und Videorecordern 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.

b) Unter BCI und TVI versteht man die häufigste Form von Elektromagnetischer (Un-)Verträglichkeit (EMV): die Beeinträchtigung der Wiedergabe beim Ton- oder Fernsehempfänger durch Aussendungen von Amateurfunkanlagen, die entweder im Nutzkanal des Empfängers erfolgen oder außerhalb dieses Kanals. 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 Beeinflussungen.

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

d) Prüfungsfragen Klasse 3 (E): TK500-504
Klasse 1 und 2 (A): TK101-121, TK201-224, TK301-319
Alter Fragenkatalog: 2.3.18, 2.5.35, 2.9.1 - 2.9.7 und 2.10.1 - 2.10.22

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

Folie 32.1

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

Harmonische Aussendungen (Oberwellen) sind Vielfache der Sendefrequenz.

Beispiel:

Grundfrequenz (1. Harmonische):	3,5 MHz
2. Harmonische	7,0 MHz
3. Harmonische	10,5 MHz

Die Harmonischen können mit Hilfe eines PI-Filters und/oder eines Antennenanpaßgerätes bedämpft werden.

Nach §16 Abs. 4 der AfuV sind die unerwünschten Ausstrahlungen (harmonische Aussendungen, parasitäre Aussendungen und Intermodulationsprodukte) "auf das geringstmögliche Maß zu beschränken". Zusätzlich gelten übergangsweise noch die "Richtwerte für die Dämpfung der unerwünschten Ausstrahlungen in Bezug auf die Leistung und die Betriebsfrequenz" nach § 12 Abs. 3 und 4 der derzeit noch gültigen Durchführungsverordnung des Gesetzes über den Amateurfunk (DV-AfuG vom 13.3.1967). Neue Regelungen sind in Vorbereitung.

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.

- 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.

3. Wie kann der Funkamateur Störungen vermeiden/beseitigen?

a) Entstörmaßnahmen beim Funkamateur

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

- Geräte erden,
- Übermodulation vermeiden,
- Senderendstufe nicht übersteuern (Kontrolle durch ALC-Anzeige). Bei Übersteuerung der Endstufe treten unerwünschte Ausstrahlungen (Intermodulationsprodukte, Harmonische und sog. Splatter) auf.
- nichtstrahlende Antennenzuleitungen benutzen (Koaxkabel).
- **Folie 32.2** • Sender mit PI-Filter (Collinsfilter) richtig abstimmen oder Antennenanpaßgerät verwenden
- Antenne möglichst hoch und frei aufbauen.
- Antennenanlage richtig anpassen.
- Symmetrierglied (Balun) zwischen unsymmetrischer Speiseleitung und symmetrischer Antenne einbauen.
- Senderausgang mit einem Tiefpaßfilter versehen.
- Direkte HF-Einstrahlung in das Lichtnetz vermeiden (Netzfilter einsetzen).
- Bestimmte Antennenformen wie Dipol, W3DZZ und Yagi-Antennen neigen weniger zu BCI- und TVI-Störungen als andere, z.B. Langdraht- und Groundplane-Antennen.

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. 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). Einstrahlstörungen sind - wenn überhaupt - nur durch den Fachmann zu beseitigen (vgl. die Serviceanleitungen der Herstellerfirmen).

c) Entstörmaßnahmen bei gestörten Fernsehgeräten

Bei der Beseitigung von TVI-Störungen hilft in vielen Fällen ein Hochpaßfilter. Ein Hochpaßfilter mit der Grenzfrequenz 35 MHz läßt nur Frequenzen oberhalb von 35 MHz durch. So werden unerwünschte Eingangsspannungen von KW-Sendern bedämpft.

Wird der Fernsehbereich I (41 - 68 MHz) nicht empfangen, so kann 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.

Schwierigkeiten können auftreten, wenn eine Amateurfunkstation auf 21 MHz arbeitet, da die 3. Harmonische des 21 MHz-Bandes genau in den Kanal 4 des Fernsehgerätes (61 - 68 MHz) fällt.

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. Oft helfen auch Ringkerne über Netz- und/oder Antennenleitungen nahe am Fernsehgerät.

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. Besonders empfindlich sind sog. Aktivboxen, da die Zuleitungen wie eine Antenne wirken. Abhilfe: Kabel mehrfach durch Ringkerne führen.

4. Aufbau und Wirkungsweise der Entstörfilter

a) Vorbemerkung

Jeder Ortsverband sollte einen Satz Entstörfilter besitzen. Im Störfall kann dann jedes Mitglied den Filtersatz entleihen und feststellen, welches Filter in seinem speziellen Fall geeignet ist, um BCI- und TVI-Störungen zu beseitigen. Die Industrie bietet eine große Zahl von Entstörfiltern an.

Die im folgenden angegebenen Filter stammen von der Firma Alfred Auth, Lüdenscheid.

b) Netzfilter Folie 32.3

Breitband-Netzfilter EM 504, 505, 506, 508

Netzfilter sind Tiefpaßfilter. Sie werden zwischen Lichtnetz und Sendernetzteil bzw. zwischen Lichtnetz und gestörter Empfangsanlage eingebaut. Sie verhindern, daß vagabundierende HF über die Netzleitung in Rundfunk- und Fernsehgeräte, Tonbandgeräte usw. gelangt. Notfalls muß die Netzzuleitung in Sendernähe zusätzlich abgeschirmt werden.

c) Tiefpaßfilter Folie 32.4

KW-Tiefpaßfilter TP 30, 2 m-Tiefpaßfilter TP 2A, 70 cm-Tiefpaßfilter TP 70A

Tiefpaßfilter lassen alle Frequenzen unterhalb der Grenzfrequenz durch und bedämpfen alle Frequenzen oberhalb der Grenzfrequenz. Fügt man ein Tiefpaßfilter zwischen Sender und Antennenspeiseleitung ein, so werden unerwünschte Ausstrahlungen von KW- und VHF/UHF-Sendern, die zu Rundfunk- und Fernsehstörungen führen können, wirkungsvoll bedämpft.

Folie 32.4 zeigt ein senderseitiges Tiefpaßfilter mit der Grenzfrequenz 36 MHz und ein empfängerseitiges Tiefpaßfilter mit der Grenzfrequenz 240 MHz, das vor ein Fernsehgerät geschaltet werden kann. Es läßt die Fernsehbander I und III durch, sperrt jedoch das 70-cm-Amateurfunkband .

d) Hochpaßfilter Folie 32.5

Hochpaßfilter HP 40-S

Hochpaßfilter lassen alle Frequenzen oberhalb der Grenzfrequenz durch und dämpfen alle Frequenzen unterhalb der Grenzfrequenz. Hochpaßfilter werden direkt vor den Empfängereingang geschaltet. Sie vermindern Störungen in Fernseh- und UKW-Empfangsanlagen. Folie 32.5 zeigt ein Hochpaßfilter mit der Grenzfrequenz 47 MHz.

e) Saugkreis Folie 32.6

Mit einem Serienschwingkreis oder einer offenen $\lambda/4$ -Lecherleitung (bzw. einer kurzgeschlossenen $\lambda/2$ -Lecherleitung) kann man die Störfrequenz kurzschließen ("absaugen", Saugkreis).

f) Sperrkreis

Folie 32.6

Mit einem Parallelschwingkreis oder einer kurzgeschlossenen $\lambda/4$ -Lecherleitung (bzw. einer offenen $\lambda/2$ -Leitung) kann die Störfrequenz gesperrt werden (Sperrfilter).

Lecherleitungen für Saug- und Sperrkreise können aus einem Stück Koaxkabel hergestellt werden. Ihre Länge beträgt $k \cdot \lambda/4$ bzw. $k \cdot \lambda/2$, wobei k der Verkürzungsfaktor ist.

Folie 32.7

Die Unterdrückung der Störfrequenz wird noch verbessert, wenn man ein koaxiales PI-Filter verwendet. Es besteht aus zwei (am unteren Ende offenen) $\lambda/4$ -Stichleitungen, die in einem Abstand von $\lambda/4$ angeordnet sind (werden die $\lambda/4$ -Stichleitungen kurzgeschlossen, so entsteht ein Bandpaßfilter).

Folie 32.7 zeigt den Aufbau einer Bandsperre für 70 - 170 MHz. Sie bedämpft das 2 m-Band (144 - 146 MHz), während die Fernsehbander I ($f < 70$ MHz) und III, IV, V ($f > 170$ MHz) durchgelassen werden. Wegen der Sonderkanäle kann das Filter im Zusammenhang mit Kabelfernsehanlagen nicht verwendet werden.

Sperrfilter werden zwischen Antenne und Empfangsgerät geschaltet, unmittelbar vor den Antenneneingang des gestörten Empfangsgerätes (bei Verwendung eines Antennenverstärkers unmittelbar vor den Verstärker).

Beispiel für ein kommerzielles Filter:
2 m-Sperrfilter SF 145 S

Folie 32.8

g) Mantelstromfilter (HF-Trenntrafo)

Mantelstromfilter HFT 2

Wird eine Fernseh- oder Rundfunkantenne an eine unsymmetrische Zuleitung (Koaxkabel) angeschlossen, so wirkt der Koaxkabel-Mantel der Empfangsfunkanlage als Antenne für die Sendefrequenz von Amateurfunkstationen, wobei abhängig von der Länge der Antennenzuleitung Mantelströme auf dem Außenmantel des Koaxkabels auftreten können.

Abhilfe: Durch den Einbau eines Mantelstromfilters vor den gestörten Empfängereingang werden Mantelströme - und damit auch BCI- und TVI-Störungen - vermieden.

Wirkungsvoll sind auch Ringkerne, durch die das Antennenkabel mehrfach durchgezogen wird. Diese Lösung ist übrigens für unsymmetrische **Send**eantennen wie die FD3 oder FD4 ein absolutes MUSS!

h) Phono-Eingangs-Filter

Phono-Eingangsfiler TBA 302

Bei unzureichender Abschirmung von Phono-Anschlußkabeln können in Radiogeräten, Platten- und CD-Spielern und Tonbandgeräten störende Beeinflussungen auftreten. Sie werden durch ein Phono-Eingangs-Filter beseitigt. Auch Ringkerne über den Anschlusskabeln helfen oft.

i) Lautsprecher-Leitungs-Filter

Lautsprecher-Leitungs-Filter EM 502-B

HF-Einstreuungen in Lautsprecherkabel führen - besonders bei Stereo-Anlagen mit abgesetzten Lautsprecherboxen - zu störenden Beeinflussungen, die man durch Verdrosseln der Lautsprecherleitung beseitigen kann. Besonders kritisch sind sog. Aktivboxen.

j) Sonstige Entstörmittel Folie 32.9

Durch Abblocken mit Kondensatoren sowie durch Verdrosseln und Abschirmen der NF-Eingangsstufen kann die Störfestigkeit von Empfangsgeräten verbessert werden. Diese Arbeiten sollten vom Fachmann durchgeführt werden. Die Entstörglieder werden in die NF-Vorstufe eingebaut. In hartnäckigen Fällen müssen auch die nachfolgenden Stufen entstört werden.

Durch Selbsterregung der Senderendstufe können parasitäre Schwingungen auftreten, deren Frequenzen bis in den UKW-Bereich reichen. Sie können durch UKW-Fallen, die man an der Anodenkappe und vor dem Gitter der Endröhren anbringt, beseitigt werden (vgl. die Schaltbilder im alten Fragenkatalog zu 2.9.1 und 2.9.2).

Bei Telegraphiebetrieb können Tastklicks auftreten. Sie werden durch harte CW Zeichen hervorgerufen, die die belegte Bandbreite unnötig vergrößern und die zu unerwünschten Aussendungen führen. Abhilfe: Einbau von NF-Drosseln zur Vermeidung von Einschaltklicks und Einbau einer RC-Kombination zur Vermeidung von Ausschaltklicks. Beide Maßnahmen dienen dazu, die harten CW-Zeichen mit steilen Flanken in weiche CW-Zeichen mit abgerundeten Flanken zu verwandeln (vgl. die Form der Hüllkurven auf der Folie 32.9).

5. Abschließende Bemerkungen

Im Störfall sollte der Funkamateur zuerst seine Sende- und Antennenanlage überprüfen. Beim Selbstbau eines Senders ist darauf zu achten, daß keine Selbsterregung der HF-Verstärker eintritt, daß keine Tastklicks 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 Personenschutz- oder Herzschrittmacher-Grenzwerte erforderlich ist.

Konsumergeräte müssen Einstrahlungen von 3 V/m vertragen, was deutlich unter den Personenschutzgrenzwerten von meist 27 V/m liegt. Diesen Kompromis 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 Funkamateur 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 Funkamateur). 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 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) die Amateurfunkstelle und die Empfangsfunkanlage halten die jeweiligen Auflagen und Grenzwerte ein.

In den Fällen a) und c) hat der Funkamateur 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 Funkamateur 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.

6. 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 sauber aber der Kurzwellenempfang von Rundfunk oder DRM sind unmöglich.

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