

HF-Störungen suchen, finden und beseitigen

Helmut Stadelmeyer

Es ist leider wahr, daß der vor hundert Jahren so reine „Äther“, in dem sich unsere Funkwellen ausbreiten, mehr und mehr einer Müllkippe gleicht. Die Ursache dafür ist der technische Fortschritt, der uns leider nicht nur Gutes bringt:

Ein großer Teil der Störungen kommt aus schlecht konstruierten Schaltnetzteilen, die durchwegs unsere modernen Geräte versorgen. In ihnen werden Spannungen und Ströme in sehr kurzer Zeit ein- und ausgeschaltet. Deren steile Impulsflanken haben Oberwellen zur Folge, die mitunter bis weit in den VHF-Bereich hinein den Empfang stören.

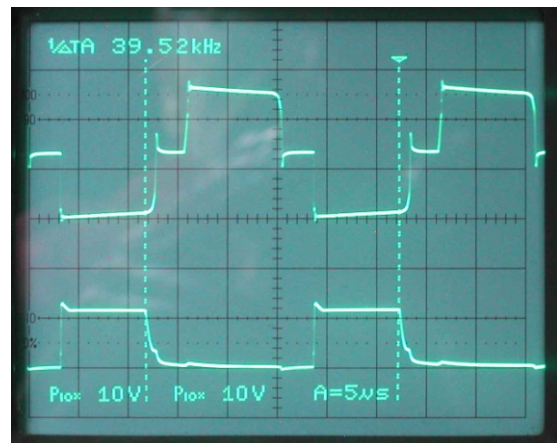


Abb. 1: Spannungsverlauf in einem Schaltwandler

Eigentlich sind geschaltete Netzteile eine feine Sache, denn ihr Wirkungsgrad ist weitaus besser als jener der herkömmlichen längsgeregelt und mit einem schweren 50-Hz-Transformator aufgebauten Netzteile. Ihre großen Vorteile sind geringes Gewicht, wenig Platzbedarf und sparsamer Umgang mit elektrischer Energie, was sich trotz des höheren Aufwandes an Elektronik in deutlich geringeren Anschaffungs- und Betriebskosten niederschlägt.

Ist aber das netzseitige Filter dieser Wandler aus Kostengründen zu knapp oder aus Unwissenheit falsch bemessen oder das Gehäuse nicht ausreichend HF-dicht, dann gelangen diese Oberwellen in das Leitungsnetz oder werden direkt abgestrahlt und verleiden uns den Empfang der beim Amateurfunk meist schwachen Signale.

Mögliche Störer (gereiht nach derzeitiger Verursacher-Häufigkeit)

- Schaltnetzteile
- LED-Lampen
- Datenverkehr auf Stromversorgungsleitungen
- Verkabelung des hausinternen Rechnernetzwerks
- Umrichter in Photovoltaikanlagen und industriellen Antriebssteuerungen.
- Defekte Hochspannungsisolatoren, schadhafte elektrische Verbindungen und andere eher seltene Ursachen.

Schaltnetzteile:

Solche Stromversorgungen sind in nahezu allen Geräten der Unterhaltungs- und Kommunikationstechnik sowie in jedem Rechner und seinem Zubehör eingebaut. Diese Geräte „zerhacken“ die gleichgerichtete Netzwechselspannung gemäß obigem Bild mit vergleichsweise hoher Frequenz (typisch zwischen 30 kHz und 1 MHz), transformieren diese Spannung auf das benötigte niedrigere Niveau und formen sie wieder in Gleichspannungen zum Betrieb der Geräteelektronik um. Je steiler die Flanken der Impulse sind, desto kühler bleiben die schaltenden Halbleiter und umso besser wird der Wirkungsgrad des Netzteils.

Steilere Flanken haben aber auch mehr und kräftigere Oberwellen zur Folge, was bedeutet, daß Filterung zum Netzanschluß hin und Schirmung gegen die Umgebung schwieriger werden. Ist ein solches Gerät defekt oder falsch dimensioniert, dann gelangen diese Oberwellen über das Netzkabel oder die Antenne in den Empfänger und zeigen sich dort entweder als vermehrtes, breitbandiges Rauschen oder als der wohlbekannte „Lattenzaun“. Das sind Störsignale in regelmäßigen Frequenzabständen, wobei der Abstand von der Art des Wandlers abhängt.

HF-Störungen

LED-Lampen:

Zur einwandfreien Funktion einer LED ist eine Niederspannungs-Gleichstromversorgung notwendig, die den Strom durch das Bauteil auf den zulässigen Wert begrenzt. Wird dieser Wert überschritten, dann steigt die Temperatur in der Diode unzulässig an und sie geht kaputt.

Zur Begrenzung des Stromes kann entweder ein Vorwiderstand verwendet werden, der allerdings den Gesamtwirkungsgrad vermindert, oder ein als Konstantstromquelle wirkender Schaltwandler, der bei den Lampen im Steck- oder Schraubsockel eingebaut ist. Im ersten Fall entstehen bei Speisung mit reinem Gleichstrom keine Störungen, im zweiten ist das sehr wohl möglich.

Die LEDs in 230-V-Lampen werden zumeist über einen Schaltwandler versorgt. Wegen der beengten Platzverhältnisse im Sockel ist es schwierig, auch noch ein den Erfordernissen entsprechendes Filter unterzubringen. Das ist wohl ein wesentlicher Grund, warum derzeit so viele dieser Leuchtmittel Störungen erzeugen; bei Billigangeboten sollte man deshalb besonders vorsichtig sein, wie [1] und [2] eindrucksvoll zeigen.

Die Entwicklung dieser Leuchtmittel ist noch lange nicht abgeschlossen, sowohl was die Lichtausbeute und damit den Wirkungsgrad angeht [3], als auch die Versorgung mit der für jede Diode notwendigen niedrigen Spannung von 3 bis 4 V.

Datenverkehr auf Stromversorgungsleitungen:

Dazu zählen in erster Linie PLC- und Verbrauchszähleinrichtungen mit Fernablesung. Das PLC-Problem ist uns sattem bekannt, wer davon betroffen ist, ist aus der Sicht eines Funkamateurs arm dran.

Die SmartMeter der EVUs reden und hören ebenfalls über die Stromleitung mit dem Knoten im Trafohäuschen, derzeit allerdings auf niedrigeren Frequenzen.

Auffinden der Störquelle

Ein sehr gut geeignetes und bei vielen Funkamateuren bereits vorhandenes Hilfsmittel ist ein ARDF-Peiler (Fuchsjagdpeiler) für das 80-m-Band. Damit lassen sich zwar nur Störungen in einem eng begrenzten Frequenzbereich feststellen, aber das genügt, weil die Störungen ja so gut wie immer als „Lattenzaun“ oder breitbandiger Rauschteppich auftreten. Seine großen Vorteile für diesen Zweck sind, daß er sowohl eine magnetische als auch eine elektrische Antenne hat, wobei bereits die magnetische (der Ferritstab) eine grobe Richtungsbestimmung erlaubt. Zudem ist ein solches Gerät von Natur aus klein und transportabel.

Die magnetische Antenne nimmt den magnetischen Teil der elektromagnetischen Wellen und ganz besonders das von induktiven Bauteilen erzeugte Magnetfeld wahr. Das von ihr empfangene Signal ist dann am stärksten, wenn der Stab 90 Grad von der Störquelle wegzeigt, ihr also seine Breitseite zuwendet.

Die elektrische Antenne wertet den elektrischen Anteil der abgestrahlten elektromagnetischen Wellen aus, sie hat keine direkte Richtwirkung. Zusammen mit der magnetischen Antenne bekommt der Empfänger jedoch die Richtcharakteristik einer Herzkurve (Kardioide), die eine eindeutige Richtungsbestimmung ermöglicht. Genaueres dazu bei [4].

In der Mehrzahl der Fälle verbreitet sich das störende Signal aus einem Schaltnetzteil über die 230-V-Leitungen, die als mehr oder weniger gute Antennen wirken und die ganze Umgebung mit einem Störnebel überziehen. Ein Peilen der Richtung ist dann nicht möglich, man kann sich jedoch helfen, indem der Peiler so nahe wie möglich an jedes verdächtige Gerät gehalten wird: Im Fall eines Treffers nimmt bei Annäherung die Lautstärke deutlich zu. Nimmt man die gefundenen Störenfriede der Reihe nach außer Betrieb, sollte am Ende der Aktion wieder hochfrequente Ruhe einkehren.

Neben dem Peiler gibt es noch andere Mittel, um Störer zu finden:

- Tragbarer Empfänger oder Scanner mit einer für diesen Zweck geeigneten Antenne [5].



Abb. 2: Muster eines Peilempfängers

HF-Störungen

- Ein tragbarer Spektrumanalysator vermittelt einen wesentlich aussagekräftigeren Eindruck von der Art der Störung, solche Geräte haben allerdings ihren Preis. Die direkte Richtungsbestimmung ist damit bei Verwendung einer geeigneten Richtantenne möglich.

Maßnahmen

Schaltnetzteile:

Stellt sich heraus, daß ein zu einem kürzlich gekauften Gerät gehöriges Netzteil oder das Gerät selbst stört, sollte man unbedingt von seinem Rückgaberecht Gebrauch machen. Nur wenn es für die Verkäufer von schlechten Produkten beschwerlich wird und mit denen kein Geschäft mehr zu machen ist, können wir als Konsumenten erreichen, daß weniger von fabrikneuem Schrott über den Ladentisch wandert und uns das Hobby vermiest.

Handelt es sich jedoch um einen Erwerb vom Flohmarkt oder ist die Gewährleistungsfrist längst abgelaufen und man möchte das gute Stück trotzdem gerne verwenden, wie das beispielsweise bei einem kräftigen Netzteil für den KW-Transceiver der Fall sein kann, dann heißt es die Ärmel hochkrempeln und Werkzeug bereitlegen. Wie aufwendig die Entstörung sein kann, wird bei [6] anschaulich beschrieben.

LED-Lampen:

Nach dem Kauf sofort überprüfen, ob sich beim häuslichen Störnebel etwas zum Schlechteren verändert hat. Ist das der Fall, sogleich reklamieren!

Datenverkehr auf Stromversorgungsleitungen:

Bei großflächigem „Internet aus der Steckdose“ haben wir zwar das Gesetz auf unserer Seite, weil es Grenzwerte für zulässige Störspannungen angibt, aber das hilft erfahrungsgemäß nicht sofort. Die einzige Möglichkeit, dem Hobby weiterhin ungestört nachzugehen, ist eine abgesetzte Empfangsstation in ruhiger Umgebung. Der dafür notwendige Aufwand ist beträchtlich.

Verwendet der Nachbar störende PLC-Modems, um an mehreren Stellen seines Domizils einen Internetzugang herzustellen, braucht es gutes Zureden und Überzeugungsarbeit, vielleicht auch den einen oder anderen technischen Ratschlag. Hilft das nichts, kann man bei der zuständigen Fernmeldeverwaltung vorstellig werden. Dabei ist abzuwägen, was mehr weh tut: Verminderte Freude mit dem Hobby oder das dann entstehende Langzeitproblem mit dem Nachbarn.

Von den neuen Stromzählern ist bis jetzt nicht bekannt, ob sie den Funkverkehr stören. Wie lange wird es noch dauern, bis auch die Gas- und Wasserzähler auf diese Technik umgestellt werden und welche Frequenzen werden sie verwenden?

Verkabelung des hausinternen Rechnernetzwerks:

An sich sollte eine ordentlich ausgeführte CAT5-Verkabelung oder was noch Besseres kein Anlaß für diese Art von Ärger sein. Macht sie dennoch Störungen, dann liegt irgendwo ein grober Fehler vor. Es bleibt nichts anderes übrig, als die Verkabelung auf einen unterbrochenen Schutzschirm oder einen ungenügend geschirmten Hub, Router oder Switch hin zu untersuchen.

Umrichter in Photovoltaikanlagen und industriellen Antriebssteuerungen:

Nach der Installation einer Photovoltaikanlage sogleich überprüfen, ob sich beim häuslichen Störnebel etwas zum Schlechteren verändert hat. Ist das der Fall, sogleich reklamieren, keinesfalls selbst eingreifen, denn die Spannungen sind absolut lebensgefährlich und die Gewährleistung wäre dahin!

Vermutet man den Störer in einem Industriebetrieb, dann ist diplomatisches Geschick gefragt. Die meisten Betriebe sind jedoch für solche Hinweise dankbar, weil sie bestehende Richtlinien einhalten wollen. Notfalls wird eine Rücksprache mit der zuständigen Fernmeldeverwaltung helfen.

Defekte Hochspannungsisolatoren, schadhafte elektrische Verbindungen und andere eher seltene Ursachen:

HF-Störungen

OE5RI hat in [7] sehr schön beschrieben, wie mühsam selbst bei bestem Willen aller Beteiligten eine solche Störungssuche werden kann und wie der Sündenbock schließlich festzunageln ist. Auch ich war geraume Zeit von solcher Plage nicht verschont: Bei trockenem oder sehr kaltem Wetter mit Rauheif gab es Prasselstörungen, die wahrscheinlich auf einen defekten Isolator der etwa 200 m entfernten Westbahn zurückzuführen waren. War hingegen die Luftfeuchtigkeit groß, dann war keine Störung erkennbar. Neuerdings ist wieder Ruhe eingekehrt - vermutlich ist das defekte Teil im Zuge von Umbauarbeiten ausgetauscht worden.

Interessenvertretung

Es ist offensichtlich, daß unter dem Mäntelchen des technischen Fortschritts viele Geräte auf den Markt gebracht werden, die den geltenden Vorschriften bezüglich Aussendung von den Funkverkehr störenden Signalen keineswegs entsprechen. Die für den EU-Raum gültigen Grenzwerte sind in [8] angeführt, [9] ist zwar auf schweizerisches Recht zugeschnitten, für uns aber dennoch sehr interessant.

Als Konsument und Einzelperson bleibt eine einzige Möglichkeit zum Protest, nämlich den Verkäufer eines den Vorschriften nicht entsprechenden Gerätes durch Inanspruchnahme der Gewährleistung solange zu quälen, bis er mit dem Verkauf dieses Gerätes aufhört. Das kann lange dauern und zehrt auch am Nervenkostüm des Konsumenten. Die Hersteller solcher Geräte wird das wenig kratzen, denn andere Leute, darunter vielleicht auch der Wohnungsnachbar, kaufen das Zeug ja weiterhin. Was da alles verkauft wird, zeigt [10] beispielhaft.

Der richtige Weg führt über eine starke Interessenvertretung. Für österreichische Funkamateure ist das der OeVSV, der seinerseits ein Mitglied der IARU ist und solchermaßen nicht nur bundesweit, sondern zusammen mit gleichartigen ausländischen Organisationen europa- und sogar weltweit Einfluß nehmen kann. Nur so sind die Funkamateure in der Lage, gegen Lobbyisten der Industrie anzutreten und auf die Gesetzgebung und -einhaltung in unserem Sinn Einfluß zu nehmen.

Wenn wir möchten, daß die von ungeeigneten Geräten erzeugten Störungen nicht noch weiter zunehmen und mittelfristig vielleicht sogar wieder weniger werden, dann müssen wir unsere Interessenvertretung durch den Beitritt zum nationalen Amateurfunkverband stärken - united we stand, divided we fall. Es bleibt uns bei diesem letztendlich alles entscheidenden Problem keine andere Wahl!

Helmut, OE5GPL

Verweise und Quellen:

- [1] FAQ - LED Radio Interference Issues:
<http://www.ledbenchmark.com/faq/LED-interference-issues.html>
- [2] Radiostörung durch LED: <http://www.ledhilfe.de/viewtopic.php?f=23&t=9703>
- [3] Wikipedia, Leuchtdiode: <http://de.wikipedia.org/wiki/Leuchtdiode>
- [4] OAFV-HomePage, TECHNIK / BETRIEB, Rx und Tx, Hochwertiger 80-m-Fuchsjagdempfänger:
http://www.oe5.oevsv.at/technik/betrieb/rx_tx/
- [5] Lass, M., DJ3VY, Breitbandige Suchantenne für lokale Funkstörungen: FA 3/2011, Seite 276
- [6] Wippermann, W., DG0SA, Entstörung eines Schaltnetztes: <http://www.dg0sa.de/snt.pdf>
- [7] OAFV-HomePage, TECHNIK / STÖRUNGEN, Funkstörungen durch Überschlüge an Glaskapenisolatoren von Hochspannungsmasten, Ortung und Behebung:
<http://www.oe5.oevsv.at/technik/stoerungen/>
- [8] Schmidt-Walter, H., Hochschule Darmstadt, Funkentstörung von Schaltnetztes:
http://schmidt-walter.eit.h-da.de/snt/snt_deu/sntdeu8.pdf
- [9] Schleutermann, M., HB9AZT, Recht und Unrecht für Funkamateure, 2. Teil Störungen/FMG:
<http://hb9zz.ethz.ch/pictures/teil2.pdf>
- [10] Information der Obersten Fernmeldebehörde:
<http://www.bmvit.gv.at/telekommunikation/publikationen/infoblaetter/downloads/022006.pdf>