

# Hochfrequente Störungen beim Betrieb von Powerline-Modems am 230 V~ Stromversorgungsnetz

---

Information der Obersten  
Fernmeldebehörde

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Sektion III, Gruppe Telekom - Post  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien  
[www.bmvit.gv.at](http://www.bmvit.gv.at)

Stand: Februar 2009

Unter dem Begriff „Powerline“ (in weiterer Folge als PLC bezeichnet) versteht man allgemein Kommunikationsnetze die Informationen in und auch längs von Stromversorgungsleitungen übertragen. Die dabei eingesetzten Telekommunikations(end)-einrichtungen (PLC-Modem) sind zumeist als einfache, direkt oder über ein kurzes Anschlusskabel an der Stromversorgungsnetz-Steckdose betriebene, Ethernet-Adapter, ausgeführt. Der Einsatz reicht von Inhouse-Anwendungen zur Vernetzung lokaler Computer (Ethernet-LAN über das Stromnetz) bis zur Anbindung an das Internet über einen Internet Service Provider.

Um Daten über das Stromnetz zu übertragen, werden je nach Gerätetype breitbandig Frequenzen im Bereich zwischen 1,8 MHz und 32 MHz genutzt. Beim Betrieb dieser Geräte wird somit breitbandig hochfrequente Energie in nicht unerheblicher Größe in das Stromversorgungsnetz eingespeist.

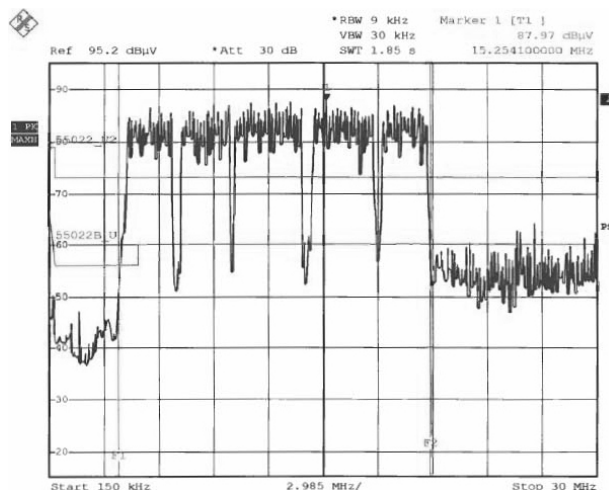
Im Gegensatz zu Leitungssystemen, die zur Übertragung hochfrequenter Signale spezifiziert sind (siehe EN 50173 „Information technology - Generic cabling systems“), z.B.: koaxiale HF-Kabel oder Netzwerk-Datenkabel (Ethernet-Kabel), die geschirmte und/oder verseilte Leitungspaare mit konstanter definierter Impedanz verwenden, handelt es sich beim 230 V~ Stromversorgungsnetz (siehe ÖVE/EN1 „Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000V AC und 1500V DC“) um ungeschirmte, unverseilte, unterirdisch oder/und oberirdisch frei verlegte Leitungen, die mit konstanter Wechselspannung zur Energieverteilung verwendet werden, wobei die an diesem Stromversorgungsnetz angeschalteten Stromverbraucher eines Haushaltes äußerst unterschiedliche Impedanzwerte aufweisen.

Das Stromversorgungsnetz ist zur Übertragung von Hochfrequenzenergie nicht spezifiziert und dafür auch nicht geeignet. Insbesondere Hausinstallationen, die im Grunde nur zur Übertragung von elektrischer Leistung mit konstanter Wechselspannung bei einer Netzfrequenz von 50 Hz spezifiziert sind, ergeben sich für den Hochfrequenzbereich undefinierte Zustände. Dazu zählen insbesondere großräumige Schleifenbildungen bei Schaltern/Wechselschaltern, Parallelschaltungen von Stromleitungen/Abzweigungen in den Stromverteilerdosen zur Versorgung der Licht-/Kraft-Stromkreise, enge Schleifenbildungen beim „Verstauen“ von Leitungsüberlängen sowie Schleifenbildungen durch Erdleitungen. Dies bewirkt, dass die Leitungen des 230 V~ Stromversorgungsnetzes als Antennen wirken und die eingespeiste hochfrequente Energie auf Grund physikalischer Gesetzmäßigkeiten aussenden.

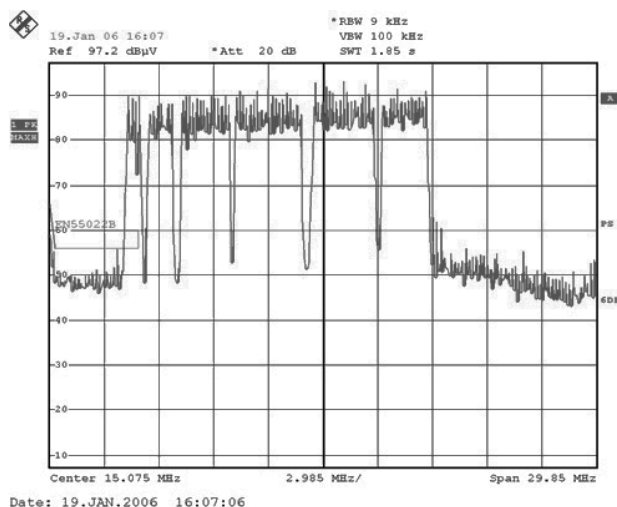
Durch diese vom 230 V~ Stromversorgungsnetz ausgehenden hochfrequenten Aussendungen werden Funkempfänger lizenzierter Funkdienste, insbesondere wenn die Aussendungen des PLC-Systems im gleichen Frequenzspektrum des Funkempfängers stattfinden und wenn dessen Antenne in (un)mittelbarer Nähe dieser Stromversorgungsleitungen angeordnet ist, erheblich beeinträchtigt und funktechnische Störungen verursacht.

Ein Maß für diese hochfrequenten Aussendungen ist der messbare Spitzenwert der Störfeldstärke in 3m Entfernung zur Störquelle. Aktuelle Messungen im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz bestätigen, dass, je nach verwendetem PLC-Modem und lokaler Ausprägung des 230 V~ Stromversorgungsnetzes, mit maximalen Störfeldstärkewerten von bis zu 80 dB $\mu$ V/m, in 3 m Entfernung bei 9 kHz Messbandbreite, zu rechnen ist.

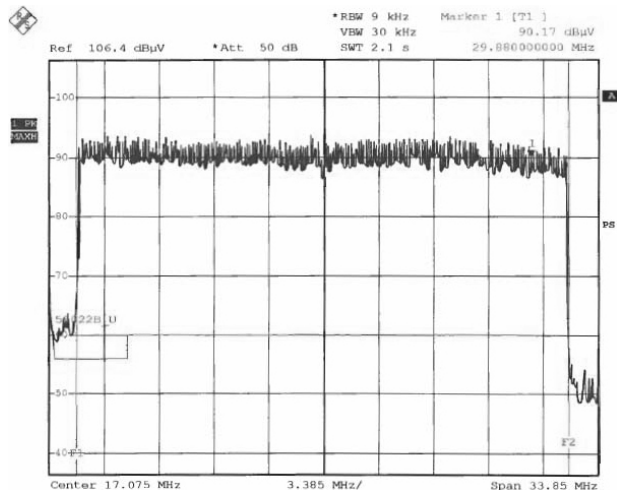
Nebenstehend (beispielhaft) das hochfrequente Signal eines „Devolo dLAN Eth MT2026“ PLC-Steckeradapters an den Stromversorgungsanschlüssen (für die KW-Amateurfunkbereiche sind „Notches“ implementiert, um in den entsprechenden Frequenzbereichen die Störbeeinflussung zu verringern). Der vom PLC-Signal beeinträchtigte Frequenzbereich liegt bei diesem Gerät zwischen 3,9 MHz bis 21 MHz (in Summe etwa 17 MHz). Der hochfrequente Pegel an den Stromversorgungsanschlüssen erreicht +83 dB $\mu$ V bis etwa +87 dB $\mu$ V peak (mit 9 kHz Messbandbreite an einer 50 Ohm/50  $\mu$ H Netznachbildung gemessen). Dies entspricht einer max. spektralen Dichte von etwa -59 dBm/Hz und ergibt über die gesamte belegte Bandbreite eine hochfrequente Leistung von etwa 20 mW.



Nebenstehend (beispielhaft) das hochfrequente Signal eines „Devolo MicroLink dLAN HS Ethernet MT2050“ PLC-Steckeradapters an den Stromversorgungsanschlüssen (für die KWAmateurfunkbereiche sind „Notches“ implementiert, um in den entsprechenden Frequenzbereichen die Störbeeinflussung zu verringern). Der vom PLC-Signal beeinträchtigte Frequenzbereich liegt auch hier zwischen 3,9 MHz bis 21 MHz (in Summe etwa 17 MHz). Der hochfrequente Pegel an den Stromversorgungsanschlüssen erreicht hier +85 dB $\mu$ V bis etwa +90 dB $\mu$ V peak (mit 9 kHz Messbandbreite an einer 50 Ohm/50  $\mu$ H Netznachbildung gemessen). Dies entspricht einer max. spektralen Dichte von etwa -56 dBm/Hz und ergibt über die gesamte belegte Bandbreite eine hochfrequente Leistung von etwa 40 mW.

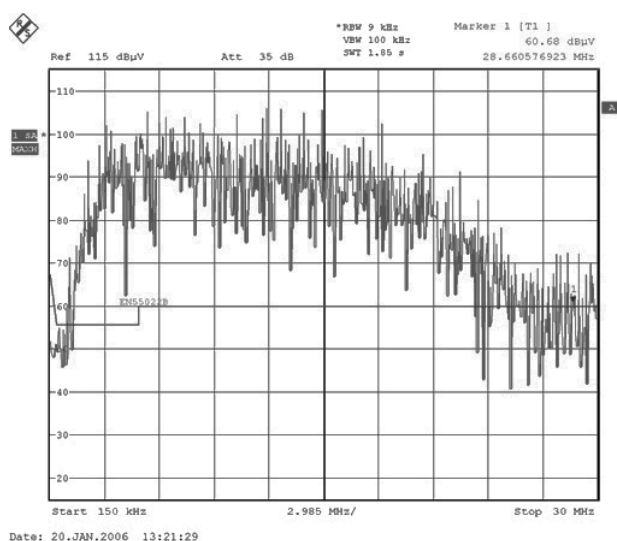


Nebenstehend (beispielhaft) das hochfrequente Signal eines „Corinex-AV200“ PLC-Adapters (mit Anschlusskabel) an den Stromversorgungsanschlüssen mit nicht aktivierten Notches. Der vom PLC-Signal beeinträchtigte Frequenzbereich reicht hier durchgehend von 1,8 MHz bis 32 MHz (in Summe 30,2 MHz).



Der hochfrequente Pegel an den Stromversorgungsanschlüssen erreicht hier +90 dB $\mu$ V bis etwa +92 dB $\mu$ V peak (mit 9 kHz Messbandbreite an einer 50 Ohm/50  $\mu$ H Netznachbildung gemessen). Dies entspricht einer max. spektralen Dichte von etwa -54 dBm/Hz und ergibt über die gesamte belegte Bandbreite eine hochfrequente Leistung von etwa 100 mW.

Nebenstehend (beispielhaft) das hochfrequente Signal eines „main.net NTPlus 3.1 Rev:A02“ PLC-Adapters direkt an den Stromversorgungsanschlüssen (Anschlusskabel). In diesem Fall liegt der vom PLC-Signal beeinträchtigte Frequenzbereich zwischen 2 MHz und 24 MHz (in Summe etwa 22 MHz).

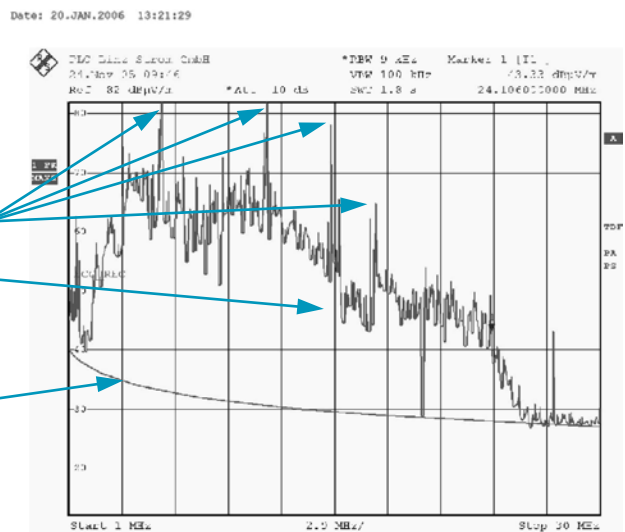


Der hochfrequente Pegel an den Stromversorgungsanschlüssen erreicht hier +100 dB $\mu$ V bis etwa +106 dB $\mu$ V peak (mit 9 kHz Messbandbreite an einer 50 Ohm/50  $\mu$ H Netznachbildung gemessen). Dies ergibt im Mittel eine max. spektrale Dichte von -46 dBm/Hz bis etwa -40 dBm/Hz und bedeutet, dass über den gesamten belegten Frequenzbereich je Gerät eine hochfrequente Leistung von 400 mW bis etwa 1,58 W in das Stromnetz eingespeist wird.

Nebenstehend (beispielhaft) die durch hochfrequente Aussendungen eines PLC-Systems mit „main.net PowerPlus“-Modems verursachte Belegung des Funkfrequenzspektrums im Freifeld in einer Entfernung von 3 m zum PLC-System gemessen.

Die „Spitzen“ sind die gerade noch wahrnehmbaren Signale lizenzierter leistungsstarker Funksender, wobei alle schwächeren Signale von Funksendern durch das PLC-Signal komplett überdeckt werden.

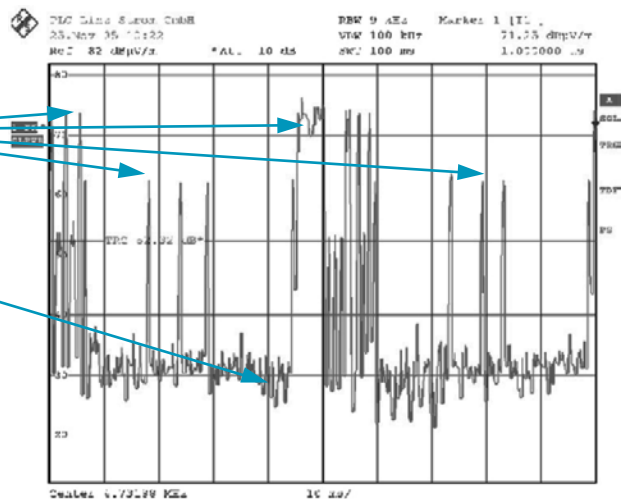
Die dargestellte Linie im unteren Bildteil stellt den zulässigen Grenzwert der Störstrahlung gemäß CEPT ECC/REC/(05)04 dar.



Nebenstehend ein PLC-Signal beispielhaft auf der Frequenz 4731,88 kHz, dargestellt mit einem Funkempfänger bei 9 kHz Empfangsbandbreite in der Zeit Domäne (Sweep-Time 100 msec).

Diese Darstellung zeigt den zeitlichen Verlauf des PLC-Signales, wie es ein Funkempfänger auf dieser Frequenz wahrnimmt.

Der Pegel ohne PLC-Signal wird im nebenstehenden Fall durch das PLC-Signal um mindestens 45 dB übertrifft und komplett überdeckt. Eine Funk-Kommunikation wäre hier nicht mehr möglich.



Die abgestrahlten hochfrequenten PLC-Signale weisen Breitbandeigenschaften auf. Dies bedingt, dass sich bei großen hochfrequenten Bandbreiten, wie sie z.B. zur HF-Vorselektion in Empfängereingangsstufen der Konsumelektronik eingesetzt werden, auch die Werte der Summen-Signalspannungen drastisch erhöhen. Infolge des physikalisch begrenzten Großsignalverhaltens der Empfängereingangsverstärker können Übersteuerungseffekte auftreten, welche den Funkempfang durch Mischprodukte, bis hin zum „getasteten Blocking“ der Eingangsstufe, empfindlich beeinträchtigen.

In der ÖVE/ÖNORM EN55022+A1 sind Grenzwerte für die leitungsgeführten Störgrößen am Netzversorgungsanschluss für Klasse B (Wohnbereich) wie folgt festgelegt:

- 150 kHz bis 500 kHz der Wert von 66 bis 56 dBµV
- 500 kHz bis 5 MHz der Wert von 56 dBµV
- 5 MHz bis 30 MHz der Wert von 60 dBµV

jeweils mit 9 kHz Messbandbreite und Quasispitzenwert-Detektor an einer 50 Ohm/50 µH Netznachbildung gemessen

Von der internationalen Standardisierungsorganisation Europäische Konferenz der Verwaltungen für Post und Telekommunikation (CEPT) wurden maximale Grenzwerte für elektrische Störfeldstärken unter Berücksichtigung einer Messentfernung von 3 Meter für nachfolgende Frequenzbereiche festgelegt (CEPT ECC/REC/(05)04):

- 9 kHz bis 150 kHz der Wert von  $40 - 20 \cdot \log_{10}(f/\text{MHz})$  dB $\mu$ V/m (entspricht 80,9 bis 56,5 dB $\mu$ V/m)  
Mit Peak-Detektor und einer Messbandbreite von 200 Hz gemessen
- 150 kHz bis 1 MHz der Wert von  $40 - 20 \cdot \log_{10}(f/\text{MHz})$  dB $\mu$ V/m (entspricht 56,5 bis 40 dB $\mu$ V/m)  
Mit Peak-Detektor und einer Messbandbreite von 9 kHz gemessen
- 1 MHz bis 30 MHz der Wert von  $40 - 8,8 \cdot \log_{10}(f/\text{MHz})$  dB $\mu$ V/m (entspricht 40 bis 27 dB $\mu$ V/m)  
Mit Peak-Detektor und einer Messbandbreite von 9 kHz gemessen
- 30 MHz bis 1000 MHz der Wert von 27 dB $\mu$ V/m  
Mit Peak-Detektor und einer Messbandbreite von 120 kHz gemessen
- 1 GHz bis 3 GHz der Wert von 40 dB $\mu$ V/m  
Mit Peak-Detektor und einer Messbandbreite von 1 MHz gemessen

Sollten bei Funkempfangsanlagen, dies beinhaltet auch Rundfunkempfangsanlagen, Störungen durch PLC-Telekommunikationssysteme auftreten, so sind entsprechende Funkempfangs-Störmeldungen der jeweils zuständigen Funküberwachung zu übermitteln.