

Bericht über Erfahrungen mit 5 verschiedenen Inhaus-PLC-Modems

Dipl.-Phys. Thilo Kootz, DL9KCE

Einleitung

Zwar existieren bereits eine Vielzahl von Messungen an Inhaus-PLC-Modems, jedoch sind die tatsächlichen Auswirkungen auf Amateur- und Rundfunk daraus nur schwer abzulesen. Interessant ist schließlich die Frage, ob der Empfang von Kurzwellensignalen zwischen 1,8 und 30 MHz bei einer „durchschnittlichen“ Empfangsanlage gestört ist, bzw. wie hoch die Störungen des PLC-Modems tatsächlich sind. Einige PLC-Modems halten den sog. HOMEPLUG-Standard ein, der jedoch in Deutschland nicht vorgeschrieben ist. Beim Sendebereich dieser Geräte sind die Amateurfunkbänder jeweils mit einer Dämpfung von 30 dB ausgeblendet. Es bleibt die Frage ob diese Dämpfung ausreicht, um den Amateurfunk hinreichend zu schützen, und wie stark die verursachten Störungen in den Rundfunkbereichen sind.

Versuchsaufbau

Die Empfangsanlage besteht aus einem TS-850S Kurzwellentransceiver mit nachgeschaltetem Antennenkoppler MFJ-989C und einer Dipolantenne mit 2 x 16,75 m gerade gestreckt in 12m Höhe über dem Boden. Im mittleren Bereich der Antenne führt diese über ein Einfamilienhaus mit Obergeschoss und nicht ausgebautem Dachboden. Zwischen Obergeschoss, in dem sich die Empfangsanlage befindet, und Antenne verbleibt noch ein Abstand von rund 5 m.

Die PLC-Modems wurden in je zwei verschiedenen Räumen im Obergeschoss an das Stromnetz angeschlossen. Dabei wurde versucht eine möglichst lange Stromleitung zwischen den beiden Steckdosen zu wählen, als weit entfernte Zimmer. Ein Modem befand sich in dem Raum, in dem auch die Empfangsanlage steht, sodass sowohl Empfangsanlage als auch Modem in unmittelbarer Netznähe waren.

Messungen

Auf den in der Tabelle angegebenen Frequenzen wurde jeweils mit abgestimmter Antenne die empfangene Signalstärke des PLC-Störsignals dokumentiert. Insgesamt war das Störsignal durchgängig - mit Ausnahme der Amateurfunkbänder - zwischen 4.3 und 20.5 MHz deutlich hörbar.

MHz	Modem 1	Modem 2	Kabel-Modem
6,5	S 9 + 3dB	S 7	S 5
7,05	S 0, aber wahrnehmbar	S 0, nicht wahrnehmbar	S 0, nicht wahrnehmbar
8,8	S 9	S 8	S 2
9,8	S 7	S 5	S 2
10,12	S 0, aber wahrnehmbar	S 0, nicht wahrnehmbar	S 0, nicht wahrnehmbar
12,3	S 8	S 7	S 3
13,3	S 4	S 8	S 2
14,3	S 0, nicht wahrnehmbar	S 0, nicht wahrnehmbar	S 0, nicht wahrnehmbar
16,4	S 7	S 5	S 2
18,1	S 0, nicht wahrnehmbar	S 0, nicht wahrnehmbar	S 0, nicht wahrnehmbar
20,1	S 5	S 6	S 2
21,15	S 0, nicht wahrnehmbar	S 0, nicht wahrnehmbar	S 0, nicht wahrnehmbar

MHz	Modem 3	Modem 4 *)
6,5	S 9	S 9 + 6 dB
7,05	S 3	S 3
8,8	S 9	S 9
9,8	S 8	S 8
10,12	S 0, aber wahrnehmbar	S 0, nicht wahrnehmbar
12,3	S 6	S 5
13,3	S 4	S 5
14,3	S 0, nicht wahrnehmbar	S 0, nicht wahrnehmbar
16,4	S 9	S 5
18,1	S 0, nicht wahrnehmbar	S 0, nicht wahrnehmbar
20,1	S 9 + 3 dB	S 9
21,15	S 0, nicht wahrnehmbar	S 0, aber wahrnehmbar

blau: Amateurfunk

*) Dieses Modem hat - nach meiner Kenntnis - die EMV-Prüfung nicht bestanden und ist nicht auf dem Markt.

Beobachtungen

Da es sich beim Versuchshaus um eine Amateurfunkstelle handelte, waren einige Verlängerungskabel zur Einstrahlungsunterdrückung mit Ringkernen verdrosselt. Dadurch werden auch Gleichtaktwellen, die sich ggf. bei unsymmetrischem Betrieb der PLC-Modems auf der Netzleitung ausbreiten, und hauptsächlich für Abstrahlung verantwortlich sind, unterdrückt. Daher wurden für beide Modems ohne solche verdrosselten Verlängerungskabel betrieben. Der Störunterschied liegt bei rund 6 dB.

Bei den Messungen wurde bewusst eine relativ kurze, aber auch gute Netzverbindung verwendet. Es ergab sich die maximale Bandbreite der Modems mit 14 MBit/s. Es wurde auch versucht als Gegenstelle eine Steckdose im Erdgeschoss zu wählen. Dann betrug die Übertragungsrate aber nur noch 7 MBit/s. Im Keller des selben Hauses sogar nur 1 MBit/s. Außerdem wurde beobachtet, dass die Störungen bei hoher Bandbreite auch besonders hoch waren, so dass für die Beurteilung während der Messung die oben beschriebene Konfiguration mit beiden Modems im Obergeschoss verwendet.

Versuche mit Modem 1

Durch Verwendung eines Kondensators (8,8nF) zwischen Nullleiter und Schutzleiter kann man bewusst eine erhöhte Unsymmetrie in das Netz bringen. Jedoch wurde beobachtet, dass sich der Störpegel durch diese Maßnahme weder erhöhte und verringerte. Dies lässt sich so interpretieren, dass die vorhandene Unsymmetrie bereits hinreichend groß ist, um Gleichtaktwellenausbildung zu begünstigen.

Versuche mit Modem 2

Führt man einen Leiter (d.h. Nullleiter oder Phase alleine) offen ca. 4 m durch den Raum, erhöhen sich die Störungen im oberen Frequenzbereich erheblich (z.B. bei 13,1 MHz S6 ohne, S9+15dB mit Leiter). Dieser Fall tritt z.B. ein, wenn ausgeschaltete Stehlampen mit Kabelschalter, bei denen nur eine Phase geschaltet wird, am Stromnetz angeschlossen sind.

Versuche mit Modem 3

Um zu ermitteln in welcher Entfernung das Signal noch störend wirkt wurde eine mobile Empfangsanlage aufgebaut und in verschiedenen Entfernungen vom Haus betrieben. Dabei

wurde die Frequenz 13.3 MHz gehört. Wie schon oben beschrieben wurde für diesen Versuch auch wieder von einer nachempfundenen Stehlampe Gebrauch gemacht, sodass sich an der Hausantenne ein Signal von S 9 + 10 dB ergab. Vor der Garage (ca. 8 m Entfernung) war das Signal mit der mobilen Empfangsanlage etwa S 9. Fährt man mit dem Wagen vom Haus weg (freie Sicht) so sinkt das Signal auf rund S 7 ab, bleibt aber ziemlich lange etwa bei dieser Stärke konstant. Erst ab einer Entfernung von etwa 50 m, sinkt die Signalstärke weiter und ist bei etwa 120 m nicht mehr hörbar.

Störbarkeit

Es wurde weiterhin versucht beim Modem 1, durch Aussendung auf Amateurfunkfrequenzen (100 W) die Übertragung zu beeinflussen oder ganz stillzulegen.

3,5 MHz	7 MHz	10 MHz	14 MHz	18 MHz	21 MHz
unbeeinflusst	red. auf 8 MBit/s	red. auf 10 MBit/s	red. auf 9 MBit/s	unbeeinflusst	unbeeinflusst

Die Beeinflussung der Amateurfunkaussendungen auf die Übertragungsqualität ist hier als gering zu bewerten.

Zusammenfassung

- Der Rundfunk wird durch das alle PLC-Modems (Netz) erheblich, durch das Fernseekabelmodem mäßig gestört. Schwache Signale werden z.B. im 41-m-Rundfunkband unhörbar. Selbst starke Rundfunksignale (S9+30dB) werden unschön beeinflusst. Der Sender bleibt empfangbar klingt aber verrauscht und verkratzt.
- Eine starke Beeinflussung des Amateurfunks konnte nicht beobachtet werden. Störungen sind in einigen Bändern wahrnehmbar, aber nicht störend. Als Ausnahme sind hier die Modems 3 und 4 zu nennen, die im 40-m-Band noch mit S 3 störten.
- Das Kabelmodem stört erheblich weniger. Offensichtlich ist dies auf die geschirmte Führung zurückzuführen.
- Inwieweit diese Aussage auf andere Hausinstallationen übertragbar ist, ist nicht bekannt.
- Die Typenbezeichnungen der einzelnen Modems sind bekannt, sollen aber hier nicht veröffentlicht werden.