

Kennen Sie das Problem eines fehlenden LAN-Kabels? Ich meine damit nicht diese kurzen Kabel, die zuhauf vermutlich in der Schublade eines jeden Computer-Bastlers liegen. Nein, ich meine die LAN-Verbindungen in einem Einfamilienhaus.

Arbeitszimmer im 1. Stock, DSL-Anschluss im Keller und im Kinderzimmer ein PC, der gern vernetzt sein will. Oder Sie wollen (wie ich) einfach mal über MP3- oder Video-Streaming in Richtung Wohnzimmer oder Garten nachdenken, um z.B. einen AudioTron™ anzuschließen.

Was fällt dem findigen PC-Besitzer ein, der nicht mühevoll die Wände seines Hauses aufstemmen will, um dort Ethernet-Kabel zu verlegen?

Mir persönlich kam zuerst ein Funk-LAN in den Sinn.

Nun kann man lange über die Sicherheit und die Umweltbelastung von solchen Netzen philosophieren.

Eines ist sicher, die Gefahren, die von den ganzen Sendern, denen wir so täglich ausgeliefert sind - oder uns ausliefern - ist viel zu wenig erforscht, als dass ich persönlich bedenkenlos einen ständig strahlenden Funk-Sender in einem Kinderzimmer installieren würde. Vergl.: www.elektrosmog.com

Ich persönlich verzichte zu Hause deshalb auch auf Funkmäuse, Funktastaturen und ähnliche Spielereien.

Und auch mein "Handy" leite ich zu Hause auf mein Festnetztelefon um oder schalte es schlicht ab, um die selbst erzeugte Strahlung so weit wie möglich zu reduzieren.

W-LAN war für mich nicht so die richtige Alternative und so habe ich über eine der neuen Powerline-ähnlichen Lösungen nachgedacht.

Die "Powerline Communication" (PLC), also die Kommunikation über elektrische Niederspannungsnetze, quasi vom Energieversorgungsunternehmen bis zu Ihrem Wohnzimmer ist zwar nie so richtig aus dem Experimentierstadium herausgekommen, aber es war schon technisch gesehen eine interessante Geschichte.

PLC nutzt unser 230 V - Stromnetz zur Datenübertragung. Ziel war es, ursprünglich das Monopol der Telekom für die "letzte Meile" zu durchbrechen. Da jeder Haushalt einen Stromanschluss hat, wäre es auch möglich gewesen, jeden Haushalt z.B. mit einem Internetanschluss via Stromnetz zu versorgen, ohne auf bestehende Telefonleitungen zurückgreifen zu müssen.

Nachdem fast alle großen Energieunternehmen ihre Projekte wieder eingestellt haben, wird das Thema (nach meinem Eindruck) in seiner globalen Ausbreitung nicht umgesetzt werden und vermutlich ein universitäres Thema bleiben.

Ganz anders sieht es jedoch im "In-House"-Bereich aus. Hier etabliert sich mittlerweile ein [HomePlug-Standard](#) mit zertifizierten Powerline-Produkten für jedermann.

Also, Powerline, wie für die Übertragung zwischen EVU und Kunde, nur mit geringeren Leistungen für Ihr Eigenheim oder Ihre Wohnung.

Netzwerkadapter in die Steckdose stecken - fertig.

Für einen Test habe ich mir vier "MicroLink dLAN"-Systeme der Firma [Devolo](#) besorgt. Die "MicroLink dLAN"-Systeme stehen zwar nicht auf der Seite der zertifizierten Produkte des [HomePlug-Standards](#), doch greifen sie auf die gleiche Technologie zurück. (Stand: 10.08.03)

Die Devolo AG wurde übrigens im Mai 2002 von ehemaligen Mitarbeitern der insolventen Elsa AG, Aachen gegründet.

"MicroLink dLAN ist der HomePlug-Adapter für die Datenübertragung über das bestehende 230-V-Stromnetz im In-House-Bereich. Mit MicroLink dLAN wird die vorhandene Stromleitung zum internen Netzwerk für die Datenübertragung. Ideal für alle, die ihren Internetanschluss verlängern oder ein hausinternes Netzwerk aufbauen aber keine neuen Kabel ziehen möchten. Surfen und Daten austauschen mit bis zu 14 Mbit/s im Umkreis von bis zu 200m. Der hauseigene Stromzähler wirkt dabei als Grenze nach außen. Zum Daten austauschen einfach jeden PC durch ein MicroLink dLAN mit einer Steckdose verbinden. Für den Internetzugang verbinden Sie das MicroLink dLAN mit einem DSL-Modem und stecken es in die Steckdose." Quelle: [Devolo-Website](#)

Und so sehen die Adapter aus:



MicroLink dLAN - (C) by Stefan Uchrin

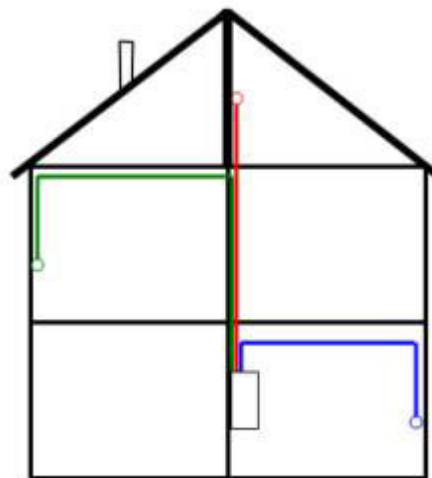
Die Installation und die Vergabe eines Passworts (zur Absicherung der übertragenen Daten) ist so einfach, dass man sie nicht beschreiben muss. Wer mit der intuitiven Bedienung nicht klar kommt, kann in einem beigefügten Handbuch auf etwa 30 Seiten die notwendigen Details nachlesen.

Das Ergebnis der Installation ist ein kleines Windows-Fenster, das die angeschlossenen Adapter und die entsprechende Datenübertragungsrate anzeigt.



Und wie dargestellt, sehen Sie von meinen vier Adaptern nur zwei!

Ich will jedoch zuerst einmal meinen Systemaufbau beschreiben. Ein typisches Einfamilienhaus mit einem Zählerkasten im Untergeschoss und von da aus im Haus verteilt drei Phasen, die ich im nachstehenden Bild einmal farbig gekennzeichnet habe.



3 Phasen im Haus verteilt (C) by S.U.

Während die zwei Adapter an einer Phase, nennen wir sie mal L1, je nach Steckdose in die sie eingesteckt wurden, (angezeigte) Datenraten von 7 bis 12 MBit/s zustande brachten, waren die beiden anderen Adapter, die an zwei anderen Phasen (L2 und L3) auf eine Verbindung warteten, gar nicht zu sehen.

Ein Blick in die FAQ von Devolo zeigte mir, dass man offensichtlich schon genau dieses Thema vorhergesehen hatte:

"Frage:

In meinem Haus liegen drei getrennte Phasen. Kann MicroLink dLAN bzw. MicroLink dLAN USB auch von einer Phase zu einer anderen Phase eine Verbindung aufbauen?

Antwort:

*Ja. Diese sog. Phasenkopplung funktioniert bei dLAN-Geräten auch **ohne** zusätzlichen Einbau eines Phasenkopplers. Das bedeutet, dass Sie auch über zwei oder drei Phasen Netzwerkverbindungen aufbauen können."*

Ja, hier wird dem User vor dem Kauf sehr vollmundig (und ich finde viel zu vollmundig) versprochen, dass für das System kein Phasenkoppler notwendig sei. Doch bei mir ging es nicht.

Also, Hotline anrufen und nachfragen. Ja, wo ich den wohnen würde und ob die drei Leitungen mit den 3 Phasen auch schön parallel durch das Haus geführt seien.

Leute, ein Einfamilienhaus ist kein Bürohaus und kein Laborbetrieb, da hat vor 30 Jahren ein unterbezahlter Elektriker oder eine Hilfskraft im Akkord Stegleitung auf die Wand genagelt. Und zwar so wenig und so gut bzw. schlecht wie gerade notwendig.

Nichts mit parallel geführten Phasen, bei denen man das "Übersprechen" von einer Phase zur anderen für die Übertragung nutzen kann. Oder kein an das Stromnetz angeschlossenes Drehstromgerät, dass die einzelnen Phasen zusammenführt.

Der nette Mann im Devolo-Support hatte auch gleich (wie aus der Pistole geschossen) die richtige Lösung zur Hand. Ich würde einen **Phasenkoppler** brauchen. Offensichtlich hatte er sein eigenes FAQ nicht gelesen. ;-)

Ob er denn eine Empfehlung hätte? Hatte er! Ich bekam eine URL, die mich zu einem Händler und von da zu einem Phasenkoppler der Firma Powertec führte.

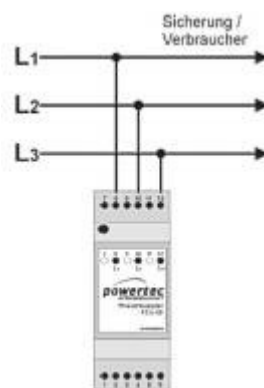


Powertec PCU-02 - Foto by S.Uchrin

Zu den Kosten von 229,90 Euro (Herstellerangabe) für eine Grundausrüstung mit zwei "MicroLink dLAN"-Adaptern auf Ethernetbasis, kommen also noch 38,50 Euro (incl. Nachname) für Gehäuse mit drei Kondensatoren a 10nF und ein paar Widerstände in Form eines Phasenkopplers hinzu.

Aber Achtung!

Den Einbau eines solchen Phasenkopplers müssen Sie dem Fachmann überlassen. Denn das Teil wird im Hausanschlusskasten gleich hinter dem Zähler und vor den Sicherungen mit den 3 Phasen Ihres Stromnetzes verbunden. Und da herrscht zwischen den Leitern L1-L2, L2-L3 und L3-L1 jeweils 400 V.



Quelle: Datenblatt PCU-02

Da sollte man schon wissen, was man tut!

Und damit kommen die Kosten für eine **Fachfirma** im Zweifel noch zu den o.a. Kosten.

Kommen wir jedoch auf meinen eigenen Aufbau zurück. Der Phasenkoppler wirkt nunmehr als Hochfrequenzbrücke zwischen den einzelnen Phasen.

Nachdem der Phasenkoppler in Betrieb war, konnte ich den Adapter an Phase L3 im Keller sehen und zwar mit schlappen 1 MBit/s - so signalisierte es mir zumindest die Software.

Ein Streaming-Test mit einem MP3-Stream zeigt mir aber, dass es unmöglich war, ein MP3-File mit 128 kbps ohne Unterbrechung zu übertragen.

Und damit war die Verbindung schlicht nicht brauchbar und das obwohl die Kabellängen deutlich unter 200 Meter liegen und die räumliche Entfernung irgendwo zwischen 9 und 10 Metern.

Tipp: Devolo sollte an dieser Stelle einmal überlegen, ob sie nicht besser einen Phasenkoppler mit etwas größeren Kondensatoren empfehlen - wie das z.B. der Wettbewerb macht. Wenn man anstelle von 10 nF beispielsweise 470 nF einsetzt (ist allerdings schon sehr extrem), kann man den kapazitiven Blindwiderstand von 1,6 Ohm auf 0,03 Ohm senken (Basis 10 MHz), was der Phasenkopplung und damit dem Übertragungsverhalten von Phase zu Phase sicher gut zu Gesicht stehen würde.

Während nun der LAN-Adapter an L3 zwar mit schlechter Qualität, aber immerhin vorhanden war, blieb der Adapter an Phase L2 jedoch weiter versteckt. Also, neuer Aufbau und alle Adapter incl. Rechner ins Wohnzimmer an L2 gehängt.

Doch was sah ich? Nichts! Eine Kommunikation auf Phase L2 war nicht möglich.

Wo war die Ursache?

HomePlug nutzt zur Datenübertragung einen Frequenzbereich von 4,3 bis 20,9 MHz, der auf die 50Hz unserer Netzspannung aufmoduliert wird.

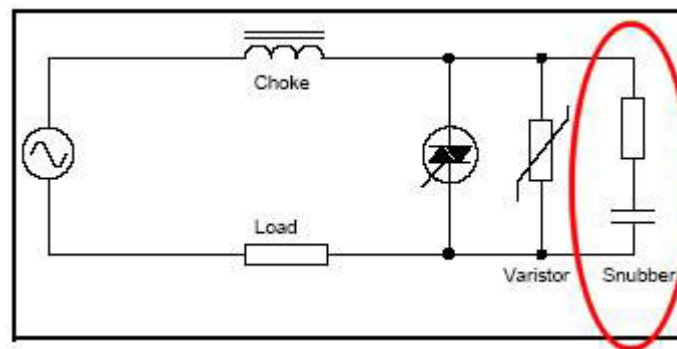
Details finden Sie bei Intellon. Intellon (zwischenzeitlich von WLAN-Atheros übernommen) ist schlicht DER Hersteller für die HomePlug-Chips, an dem keiner der Anbieter der fertigen Geräte vorbei kommt.

Im Prinzip arbeitet ein HomePlug-Adapter damit wie ein Sender und ein Empfänger eines Funkgerätes.

Ein Blick auf meine Installation zeigte sehr schnell das Problem. An L2 hängen

bei mir zwei Halogen-Niedervolt-Transformatoren mit 150 VA bzw. 250 VA für meine Wohnzimmerbeleuchtung. Und die sind zu allem Übel noch mit 2 Dimmern für induktive Last einstellbar.

Und solche Dimmer haben die schöne Eigenart von Hause aus mächtig zu stören. Die durch den Dimmer verursachten Störungen können zwar nicht ganz beseitigt, aber durch entsprechende RC- oder LC-Glieder in Grenzen gehalten werden.



Quelle: <http://www.semiconductors.philips.com> - Dimmer-Ersatzschaltbild

Hübsche Applikationsbeispiele für Dimmer finden Sie übrigens unter <http://www.semiconductors.philips.com>.

Und genau diese Kondensatoren in den Entstörgliedern bilden eine Kurzschlussbrücke für die Frequenzen des MicroLink dLAN - Adapters, der ja parallel dazu im Netz liegt.

Dazu kommen noch die ganzen anderen wunderschönen (Hi-End)-Video-, Audio und Phono-Geräte in einem solchen Wohnzimmer, die unter Garantie alle im Netzteil einen klassischen Entstörfilter haben, der die Impedanz im Stromnetz für den MicroLink dLAN - Adapter weiter negativ beeinflusst.

Und damit wird auch sofort klar, warum die Redaktionsräume einer Zeitung (die ein sehr positives Testurteil abgegeben hat) nicht mit einem Einfamilienhaus vergleichbar ist, oder können Sie in Ihrem Büro Ihr Licht dimmen? Und damit wird auch klar, warum der Privatmann zu Hause -im Gegensatz zu Fachzeitschriften- oft zu ganz anderen Testergebnissen kommt.

Denn jede Mehrfachsteckdose mit Netzfilter ist eine weitere Barriere für unseren "MicroLink dLAN"-Adapter.

Denkbar wäre es nun, die für PowerLine nicht benötigte Zweige der Hausinstallation mit einem Sperrfilter zu entkoppeln. Doch wie kommt man nachträglich in einem Einfamilienhaus an die Abzweigboxen um dort entsprechende großvolumige Filter zu setzen. Ich denke, diesen Ansatz vergessen wir ganz schnell wieder.

Einen sehr schönen Aufsatz zu diesem Thema findet man übrigens unter <http://www.clinch.ch/clinch/KommTech/PowerLine.pdf>

So, die Funktion ist geprüft und leider nur als teilweise brauchbar befunden.

Vergleichen wir nochmals Wirklichkeit und Herstellerinformationen an einer Aussage des FAQ:

"Frage:

Sind die Übertragungsraten so hoch wie bei einem herkömmlichen T-DSL Anschluss?

Antwort:

*Die Bandbreite der MicroLink dLAN-Produkte ist abhängig von den Störungen auf Ihrem Stromnetz und von der **Qualität der Elektroinstallation**. Sie liegt zwischen 5 MBit und 14 MBit (ein herkömmlicher DSL-Anschluss hat 0,768 MBit Download- und 0,128 MBit Upload-Geschwindigkeit). Um einen DSL-Anschluss im Haus zu verteilen, ist es ausreichend."*

Ja, ja, so einfach ist die Welt. Meine Hausinstallation ist einfach Schrott und damit bin ich selbst Schuld an der schlechten Datenübertragung des "MicroLink dLAN"-Adapters.

Da habe ich am Anfang des Artikels so schön auf die Strahlungsprobleme bei Funk-LAN hingewiesen - bleibt also zum Abschluss noch die Frage, wie strahlungsintensiv ist so ein "MicroLink dLAN"-Adapter?

Schauen wir wieder mal in die FAQ von Devolo:

"Frage:

Mit welchem Pegel senden dLAN-Geräte?

Antwort:

Die spektrale Sendeleistungsdichte beträgt -50dBm/Hz, auf Amateurfunkfrequenzen -80dbm/Hz, bei einer Bandbreite von ca. 17MHz sind das ca. +22dBm (160mW) bzw. ca. -8dBm (160uW) (alle Werte auf 50 Ohm bezogen.) Da die Einkopplung symmetrisch erfolgt, wird nur ein kleiner Teil dieser Leistung vom Leitersystem der Stromleitung abgestrahlt."

Was sagt uns das?

"dBm" ist erst einmal eine relative Leistungsangabe bezogen auf 1 mW. Daher entsprechen 0 dBm einer Leistung von 1 mW an einem definierten Abschlusswiderstand. Kleinere Leistungswerte haben negative dBm-Werte.

Devolo schreibt, das sie bei 17 MHz Bandbreite 160 mW Sendeleistung haben.

Die werden zwar symmetrisch ins Netz eingespeist, doch das Netz ist **nicht abgeschirmt** und damit könnten Sie ein Problem bekommen.

Zumindest dann, wenn Sie gerne Kurzwelle hören und Fan von Sendungen im 19, 21, 25 oder 41 Meterband sind, dann sollten Sie sich einen solchen "MicroLink dLAN"-Adapter vermutlich besser abschminken.

Für mich persönlich bedeutete das, dass ich während einer Datenübertragung via "MicroLink dLAN"-Adapter meinen Sony-Weltempfänger selbst bei größerem Abstand von den "MicroLink dLAN"-Adaptoren vergessen konnte.

Klar auch, denn mein ganzes Haus mit seinem Stromnetz ist durch den "MicroLink dLAN"-Adapter selbst ein einziger Sender in diesem Frequenzbereich.

Schon gut - wer hört noch Kurzwelle, werden Sie fragen? Ich höre Kurzwelle und da der "MicroLink dLAN"-Adapter die gleichen Frequenzen nutzt, habe ich da ein Problem.

Doch das steht auf keiner Verpackung und wird von keiner Redaktion erwähnt.

Na, zumindest sind die FAQ von Devolo im Internet verfügbar und wenn jemand die wirklich aufmerksam durchsieht, bekommt er schon ein paar Informationen zum Thema.

Der [Deutscher Amateur-Radio-Club](#) schreibt übrigens ergänzend zu PLC:

"Seit der Cebit 2003 sind im Handel auch Inhaus-PLC-Modems erhältlich. Diese werden im besonderen zur Heimvernetzung ohne das Verlegen neuer Kabel verwendet. Obwohl diese Technik teuer und langsam ist, gibt es zahlreiche interessierte Kunden. Inhaus-PLC-Modems erzeugen beträchtliche Störstrahlung im Frequenzbereich von ca. 4 bis 26 MHz! Der Störradius beträgt bis zu 100 m ! Dabei ist Wireless-LAN die cleverere Wahl. PLC ist frequenzverschmutzend und störanfällig." Quelle: <http://www.darc.de/aktuell/plc/index.html>

Auch die [ADDX e.V.](#), Assoziation Deutschsprachiger Kurzwellenhörer, beschäftigt sich auf einer speziellen PLC-Seite mit diesem [Thema](#).

Sehr schön sind die Audio- und Videobeispiele, die man dort zusammengestellt hat. Ich kann Ihnen das nur wärmstens empfehlen.

Also, bilden Sie sich Ihr eigenes Urteil und überlegen Sie evtl., ob es nicht sinnvoller ist, vor dem nächsten Tapezieren ggf. doch noch eine Ethernetleitung bzw. ein Leerrohr unter Putz zu legen. ;-)