Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 92 (2001)

Heft: 17

Artikel: Highspeed-Internet auf dem Stromnetz

Autor: Hübscher, Beat

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-855739

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Highspeed-Internet auf dem Stromnetz

Powerline Communications (PLC) – Kommunikation über das elektrische Energieverteilungsnetz – ist seit einiger Zeit wieder im Gespräch. Für spezielle Anwendungen wird sie bereits seit Jahrzehnten benutzt; die Steuerung von Strassenlaternen etwa funktioniert vielerorts nach diesem Prinzip, und auch das handelsübliche Babyphone sendet Sprachsignale über das hausinterne Stromnetz. In beiden Beispielen ist die Kommunikation jedoch ausschliesslich im Schmalbandbereich mit entsprechend geringen Übertragungsraten angesiedelt.

Beat Hübscher

Treibende Kraft hinter der neuesten Entwicklung ist zum einen der schnell wachsende Bedarf an Bandbreite, zum anderen die Suche nach einer schnellen und effizienten Alternative für die «letzte Meile», die vielerorts dem freien Spiel der Marktkräfte noch entzogen ist. Hohe Bandbreiten sind die Voraussetzung für den Durchbruch des konsumentenorientierten E-Business. Erst wenn der Highspeed-Internetzugang kostengünstig und auf breiter Basis sichergestellt ist, kann der elektronische Handel mit Endkonsumenten auch wirklich abheben. Powerline will diesen Quantensprung durch die Nutzung der vorhandenen Infrastruktur möglich machen.

Trennung von Indoor- und Outdoor-Bereich

Kommunikationssignal und Strom auf einer einzigen Transportschiene zusammenzufassen, ist eine fast triviale Idee. Das Stromnetz ist mit einem weltweiten Abdeckungsgrad von rund 95% das grösste Netz überhaupt. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen zwei Anwendungsbereichen: Vorgänge, die sich ausserhalb des Hauses (Outdoor) abspielen, und Vorgänge innerhalb des Hauses (Indoor). Im Outdoor-Bereich wird die jeweilige Ortsnetzstation über die herkömmliche Telekommunikationsinfrastruktur mit dem Telefonnetz oder einem spezifischen Internet-Backbone verbunden (Bild 1). Für die Anbindung kommen je nach Entfernung und örtlichen Gegebenheiten Richtfunk, Kupferleitungen oder Glasfaserkabel in Frage. Daten- und Sprachsignale werden in der Ortsnetzstation auf das Stromnetz eingekoppelt und als Datenstrom über das Niederspannungsnetz zu jeder Steckdose der angeschlossenen Häuser und damit zum Endverbraucher übertragen.

Der so genannte Access-Point koppelt den ankommenden Datenstrom auf das Indoor-Netz. Im Haus steuert und koordiniert ein Indoor-Master alle (extern und intern) gesendeten Datensignale. Zwischengeschaltete Adapter trennen Daten und Strom an der Steckdose und führen die Daten den individuellen Anwendungen zu. Die Notwendigkeit einer separaten Telefon- oder Datenverkabelung entfällt, da die Steckdose nun weit mehr ist als ein Elektrizitätsanschluss; sie wird zu einer leistungsfähigen Kommunikationsschnittstelle – sei es zur Überbrückung der letzten Meile für den Highspeed-Internet-Zugang oder zur Vernetzung innerhalb des Hauses.

Die Aufteilung des PLC-Netzwerks in zwei kaskadierende, aber unabhängige Systeme hat gute Gründe. Der öffentliche Teil des Netzwerks reicht vom Netztransformer zum individuellen Zugangspunkt im Haus. Diese Strecke befindet sich normalerweise in den Händen und in der Verantwortung von Energieversorgungsunternehmen, die für einen korrekten Betrieb und eine hohe Systemqualität sorgen. Das elektrische System vom Zugangspunkt zur einzelnen Steckdose ist Sache des Hauseigentümers und entzieht sich einer konsequenten Kontrolle. Für die Aufteilung spricht auch, dass das Outdoor-System von mehreren Häusern für den Zugang zum Backbone-Netz genutzt wird und daher eine hohe Zuverlässigkeit sicherstellen muss. Umgekehrt belastet der hausinterne Netzwerkverkehr bei einer Systemtrennung den Outdoor-Bereich nicht. Dazu kommen technische Gründe; so verhält sich etwa die Signalausbreitung im öffentlichen Stromnetz anders als im gebäudeinternen. Niedrige Frequenzen eigenen sich besser für den Outdoor-Bereich, höhere für den Indoor-Bereich.

Systemkomponenten

Mit der Powerline-Technologie werden Datenströme und Sprachsignale über das Niederspannungsnetz zu den Steckdosen in den Gebäuden gebracht. Das Konzept beruht auf einem Master-Slave-Prinzip und bedient sich einer kleinen Anzahl von Standardeinheiten. Der Outdoor-Master (Bild 2) wirkt als Administrator des Outdoor-Systems sowie als Gateway für die Verbindung des PLC-Systemes mit dem Backbone-Netz. Der Access Point (Bild 3) verbindet Outdoor-

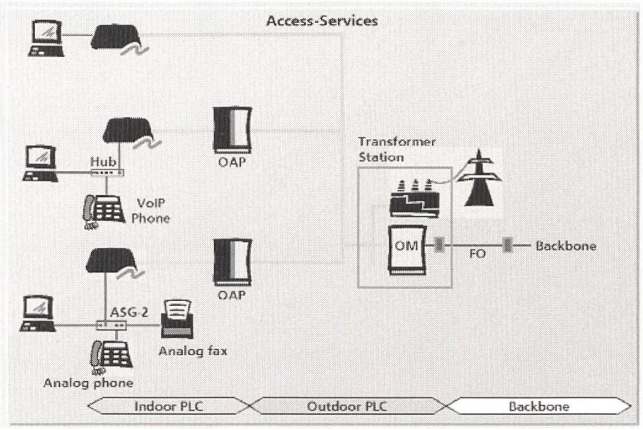


Bild 1 PLC-System im Überblick

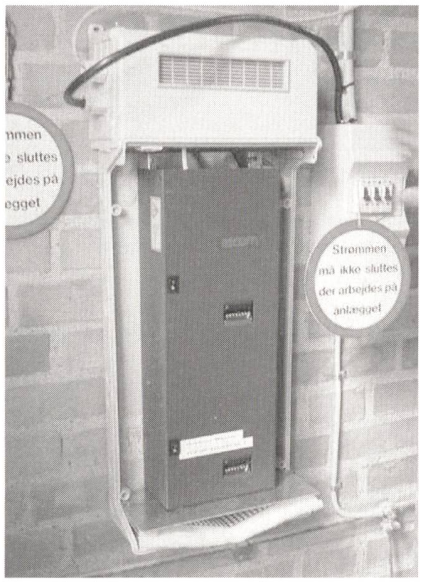


Bild 2 Outdoor-Master
Versuchsreihe in Dänemark

und Indoor-System. Nach aussen hat er die Funktionen eines Adapters (Slave), nach innen diejenige eines Masters, dem die Administration des Indoor-Systems obliegt.

Der Indoor-Adapter (Bild 4) ist die Schnittstelle zwischen hausinternem Datennetz, PC, Druckern, Telefonapparaten einerseits und Backbone-Netz für Internet, Telefonie, Videokonferenz und dergleichen mehr andererseits. Für die direkte Anbindung an das Outdoor-System

Bild 3 Indoor-Adapter
Montage vor dem Zähler

stehen ebenfalls Adapter zur Verfügung, die auf der Frequenz des Outdoor-Systems kommunizieren. Die Adapter sind mit Standardschnittstellen (Ethernet, USB, analoge A/B-Telefonschnittstelle) ausgestattet. Repeater verstärken das Signal bei langen Übertragungswegen.

Die Outdoor-Einheiten (Master, Access Point und Repeater) sind normalerweise über fest installierte Kabel mit allen Phasen verbunden (Bild 5). Das PLC-Signal wird zwischen zwei der drei Phasen eingekoppelt. Entsprechend besteht die Möglichkeit zur Phasenoptimierung bei der Signalkoppelung – eine Möglichkeit, die es bei den Adaptern nicht gibt. Sie werden über ein gängiges Stromkabel direkt an der Steckdose angeschlossen, wobei das Signal zwischen Phase und Nullleiter eingekoppelt wird. Auf den ersten Blick erscheint diese unterschiedliche Koppelung nicht sonderlich vorteilhaft. Messungen haben aber das Gegenteil gezeigt. In der gebäudeinternen Verkabelung ist ein hohes Übersprechmass zwischen den einzelnen Drähten anzutreffen. Die zu Beginn gewählte Koppelung wirkt daher bereits nach einer gewissen Distanz willkürlich.

Flexibles Bandbreiten-Management

Powerline ist ein «Shared Medium»; es arbeitet nach dem Punkt-zu-Multipunkt-Prinzip. Eine Ortsnetzstation versorgt dabei eine bestimmte Anzahl von Haushalten mit Strom und entsprechend auch mehrere Endgeräte mit Daten oder Sprache. Anwender, die gleichzeitig kommunizieren, teilen sich die zur Verfügung stehende Bandbreite. Derzeit liegt sie bei 4,5 Mbit/s; mittelfristig sind Geschwindigkeiten von 20 Mbit/s möglich. Ein flexibles Bandbreiten-Management mit paketorientierter Datenübermittlung sorgt dafür, dass beim gemeinsam genutzten Übertragungsmedium auch in Spitzenzeiten immer genügend Bandbreite für Sprach- und Datenservices zur Verfügung steht – und alle Anwender gleichermassen mit der Performance zufrieden sein können.

Ein Teil der Bandbreite wird für verzögerungssensitiven Verkehr wie Sprache und Videokonferenzen priorisiert. Derartige Anwendungen bedienen sich des Übermittlungsprotokolls UDP (User Datagram Protocol), das für eine Übermittlung von Datenpaketen ohne Gegenbestätigung optimiert ist. Im Filetransfer gewährleistet TCP eine sichere Übermittlung mit Bestätigung für den erfolgreichen Empfang von Datenpaketen. Die PLC-Geräte von Ascom erkennen die beiden Protokolltypen, priorisieren Echtzeitdaten und stellen die Qualität der verschiedenen Dienste gemäss dem Standard IEEE 802.1p sicher.

Frequenzplan und Störfeldgrenzwerte

Hohe Datenaufkommen erfordern hohe Bandbreiten. Das PLC-System von Ascom nutzt dafür Frequenzen zwischen 1,6 und 30 MHz, wobei die verschiedenen Frequenzbänder im Hinblick auf einen maximalen Gesamtdurchsatz dynamisch verwaltet werden. Outdoor- und Indoor-System nutzen je bis zu drei Frequenzbänder, welche für das Outdoor zwischen 1,6 und 13 MHz, für das Indoor zwischen 15 und 30 MHz liegen. Die Bestimmung der Trägerfrequenzen, die sich auf umfangreiche Messungen und eine Frequenzplanung innerhalb des Kurzwellenbandes stützt, orientiert sich an den derzeit laufenden Standardisierungsarbeiten des Cenelec[1]. Der Entwurf für einen europäischen Standard (prEN 59013) befindet sich in den einzelnen Ländern in der Vernehmlassung.

Grundsätzlich bemühte man sich um eine Koexistenz mit Radiofrequenzbändern, die bereits von wichtigen Kurzwellendiensten genutzt werden. Die Aufteilung des Signals auf die einzelnen Frequenzen ermöglicht, bei Bedarf ein Band zu wechseln oder bei lokalen Interferenzen ganz zu deaktivieren. Des Weiteren wurden die niedrigeren Frequenzen auf Grund der geringeren Signaldämpfung für das Outdoor-System reserviert und gleichzeitig Massnahmen getroffen, um eine ausreichende Trennung der parallel betriebenen Outdoor- und Indoor-Systeme sicherzustellen und Interferenzen zu vermeiden. Jede der Trägerfrequenzen ist einer unabhängigen Kommunikationsverbindung vergleichbar, die Anwendern eine Datenrate von 750 bis 1500 kbit/s zur Verfügung stellt, wobei diese von der Verbindungsqualität abhängt.

Die Nutzung hoher Frequenzen in offenen Netzen wirft Fragen der Strahlungsemission auf. Es gibt dafür ver-

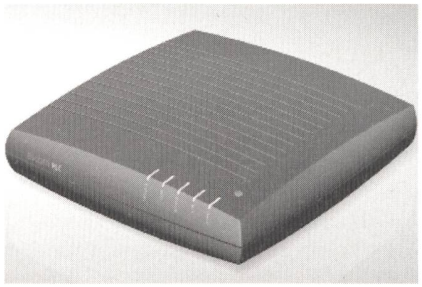


Bild 4 Der Ascom-Powerline-Adapter APA 45 wird zwischen Steckdose und Endgerät geschaltet.

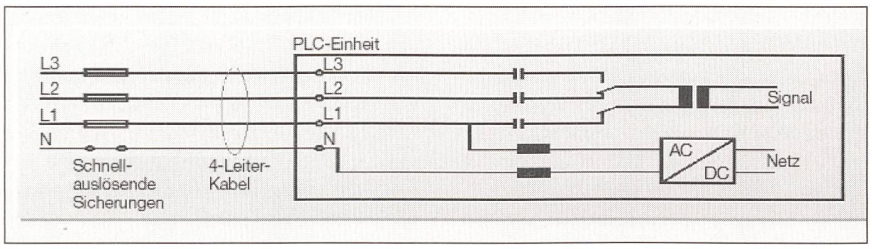


Bild 5 Anschlussschema für PLC-Geräte

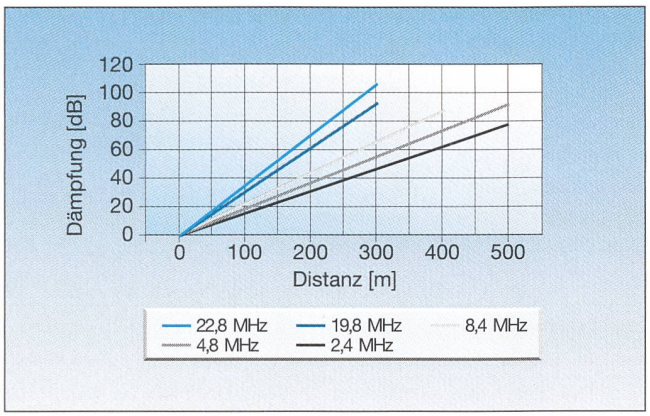


Bild 6 Signaldämpfung in Funktion der Distanz

schiedenen Regelungen. In den USA beschränkt die zuständige Behörde die Abstrahlungswerte auf eine maximal tolerierbare Feldstärke von 30 µV/m ≈ 30 dB(µV/m) im Umkreis von 30 Metern eines PLC-Systems. In Europa gibt es einzig in Deutschland, wo nicht zuletzt aus Kreisen der Amateurfunker ein harter Kampf gegen die PLC-Technik geführt wurde, eine gesetzliche Regelung. Die Nutzungsbestimmung 30 (NB30) beschränkt die Feldstärke derart, dass am Betriebsort und entlang der Leitungsführung im Abstand von 3 Metern zur Telekommunikationsanlage bzw. zum Telekommunikationsnetz oder zu den angeschalteten Leitungen die Störfeldstärke (Spitzenwert) der Frequenznutzung die Werte von Tabelle I nicht überschreiten darf.

Liegt die Abstrahlung unter dem NB30-Wert, braucht es keine Lizenz für den Betrieb eines PLC-Systems. Gegenwärtig prüfen weitere europäische Länder die Übernahme dieser Grenzwerte. Das PLC-System von Ascom hält die deutsche NB30-Norm ein.

Frequenzbereich [MHz]	Grenzwert der Störfeldstärke (Spitzenwert) in dB (V/m)
0,009 bis 1	40 – 20·$\log_{10}$ (f/MHz)
grösser als 1 bis 30	40 – 8,8·$\log_{10}$ (f/MHz)
grösser als 30 bis 1000	27 (1)
grösser als 1000 bis 3000	40 (2)

Tabelle I NB30-Grenzwerte der Störfeldstärke von Telekommunikationsanlagen und Telekommunikationsnetzen

(1) entspricht der äquivalenten Strahlungsleistung von 20 dB(pW)
(2) entspricht der äquivalenten Strahlungsleistung von 33 dB(pW)

Installations-Gesichtspunkte

Wie bei anderen Systemen gilt auch bei PLC: eine gute Planung sichert eine effiziente Installation und einen optimalen Betrieb. Bei Powerline-Installationen gehören dazu die Bestimmung der optimalen Installationspunkte, die Nutzungsplanung der verfügbaren Trägerfrequenzen, die Zuteilung der IP-Adressen und VLAN-Identifikationen[2] sowie die Verbindung zum Backbone.

Die Installationspunkte sind unter normalen Umständen gegeben: der Outdoor-Master in der Trafostation, der Access-Point neben dem Stromzähler und die Adapter in einer vom Anwender bestimmten Steckdose. Nicht ganz so einfach ist die Bestimmung der optimalen Distanzen. Sie sind abhängig von der Stromleistung, dem Verlust bei der Stromverteilung und dem Rauschpegel beim Empfänger. Auf Grund von Erkenntnissen aus extensiven Messungen ist es aber möglich, die durchschnittliche Distanz in einer konkreten Situation mit ausreichender Genauigkeit vorherzusagen. Sie liegt ohne Repeater bei 200 bis 300 Metern, allerdings nur für öffentliche Stromnetze mit Freiluft- oder Unterbodenleitungen.

Für die in vielen Fällen unstrukturierten Indoor-Netze mit verschiedensten Störquellen geben Durchschnittswerte keine nützlichen Hinweise, da unterschiedliche Installationstypen sehr unterschiedliche Auswirkungen auf die Übertragungsdistanz von bis zu 100 Metern haben. Mit zunehmender Erfahrung lassen sich aber auch für gebäudeinterne Systeme zuverlässige Einschätzungen machen. Die Ascom-Installationscrew kann auf Grund ihrer Erfahrungen in den Feldversuchen hinreichende Distanzvoraussagen machen (Bild 6).

Auf der komplexeren Seite angesiedelt ist schliesslich die Anbindung von PLC-Systemen an den Backbone. Sie erfordert in der Regel eine enge Zusammenarbeit mit dem Netzwerkprovider und betrifft insbesondere Fragen der Systemsicherheit, der Einbindung von PLC-Geräten ins Netzwerk-Managementsystem, die IP-Adressierung, die Zuteilung von VLAN-IDs und die Integration des Sprachverkehrs ins System. Erst wenn alle diese Vorbereitungsarbeiten abgeschlossen und die damit zusammenhängenden Fragen geklärt sind, kann die eigentliche Installation an die Hand genommen werden. Dabei empfiehlt sich ein Top-Down-Ansatz: angefangen beim Backbone über den Outdoor-Master und den Access-Point bis zum Adapter im Gebäude und den erforderlichen Einstellungen auf dem Benutzer-PC.

Den Feldversuchen folgt nun der Praxiseinsatz

Dass das PLC-Konzept auch in der Realität funktioniert, konnte in Feldversuchsreihen in 16 europäischen Ländern von Portugal bis Skandinavien sowie in Hongkong und Singapur nachgewiesen werden. Sie haben die Erwartung an Zuverlässigkeit, Funktionalität und praktischen Anwendungsnutzen der PLC erfüllt. Mittlerweile sind die ersten Installationen im Einsatz oder stehen kurz davor.

In Deutschland setzen unter anderem die EVUs RWE Energie Essen und EnBW Energie Baden-Württemberg, in Spanien der Energie- und Telekommunikationskonzern Endesa auf die PLC-Technologie. In Island hat Lina Net, eine Tochtergesellschaft der Reykjavik Energy, mit der Einführung der PLC-Technologie begonnen. Erklärtes Ziel ist, Privathaushalten einen schnellen Zugang zum Internet über das Strom-, statt über das Telefonnetz zu verschaffen. In

Schweden nutzt Sydkraft – einer der führenden Energieversorger in Skandinavien – PLC sowohl für die Überbrückung der letzten Meile als auch für die gebäudeinterne Vernetzung.

Neue Geschäftsfelder

Im Internet surfen, gleichzeitig Faxmitteilungen versenden und in bester Sprachqualität telefonieren – damit ist die Powerline-Technologie noch längst nicht ausgereizt. In Powerline steckt alles, was das Leben sicherer und bequemer macht. Innerhalb des Hauses können alle Geräte wie etwa PC, Drucker, Telefon oder Fax einfach, flexibel und ohne zusätzliche Verkabelung über die vorhandenen Stromleitungen miteinander vernetzt werden. Strom-, Gas- und Wasserzähler können online abgelesen, Alarmanlagen, Heizungen und Haushaltsgeräte über das hauseigene Stromnetz gesteuert und per Internet gewartet werden. Powerline eröffnet zudem in anderen Bereichen ganz neue Möglichkeiten, z.B. in der Betreuung von hilfsbedürftigen Menschen.

Für Energieversorger liegt in der Powerline-Technik ein gewaltiges Potenzial. Durch den direkten Zugang zum Endkunden haben sie die Möglichkeit, sich mit individuellen und innovativen Angeboten im Markt zu profilieren und neue Geschäftsfelder zu erschliessen. Angesichts der Deregulierung des Strommarkts und des damit einhergehenden Preis- und Wettbewerbsdrucks ist dies eine willkommene Möglichkeit, umso mehr, als damit bestehende Assets mit verhältnismässig geringem Investitionsaufwand in neuartiger Weise genutzt werden können. Ein neues Geschäftsfeld eröffnet sich auch für Elektroinstallationsunternehmen: PLC bietet ihnen die Möglichkeit, gewissermassen im Heimmarkt in die Datenkommunikation hineinzuwachsen und unmittelbar an der Informationswirtschaft teilzuhaben. Die PLC-Komponenten müssen zuerst einmal fachgerecht installiert werden, bevor sie die Breitbandkommunikation in die heimischen vier Wände bringen.

Adresse des Autors

Ascom Powerline Communications AG, Mägenwil:
Beat Hübscher, beat.huebscher@ascom.ch

[1] Cenelec = European Committee for Electrotechnical Standardization

[2] VLAN = Virtual Local Area Network

Pro und contra Powerline Communications

Es sind für einmal nicht die Elektrosmog-Aktivisten, sondern passionierte Amateurfunker, die vor allem in Deutschland zum Widerstand aufrufen. Sie befürchten, dass die PLC-Technik nicht nur den Amateurfunk, sondern auch den Radio- und den TV-Empfang sowie Videogeräte, Lichtdimmer, Waschautomaten, Zeitschaltuhren und selbst Telefonanlagen stören wird.

In der Schweiz, wo bis jetzt lediglich eine Versuchsanlage im freiburgischen Broc installiert ist, gehen die Wogen weniger hoch. Die Union schweizerischer Kurzwellen-Amateure (Uska), will – wie sie in ihrer Stellungnahme zum Thema schreibt – weder Stimmung machen, noch Artikel auf der Basis «vom Hörensagen» verbreiten. Sie will auf sauberen Grundlagen basierende Resultate erarbeiten, zu denen sie stehen kann. Erst dann will sie ihre Mitglieder orientieren und ihre PLC-Strategie festlegen.

Da PLC auch eine Antwort auf die Frage der letzten Meile zu geben verspricht, ist sie von einer gewissen politischen Relevanz. Damit fühlen sich auch Aussenstehende berufen, sich zur Wirtschaftlichkeit der PLC-Technik zu äussern. Sie weisen auf frühere gescheiterte Versuche hin und zeigen nur allzu gerne auf die «bekehrte» Siemens, welche sich kurz vor der diesjährigen Cebit aus dem PLC-Geschäft verabschiedet hat. Als Grund für den Gesinnungswandel nannte ein Siemens-Vertreter gegenüber der Zeitschrift *PC-Magazin* fehlende Wirtschaftlichkeit. Die von den Behörden im März verabschiedeten Grenzwerte (s. weiter unten) würden den Einbau teurer Verstärker in die Geräte notwendig machen. Zudem bemängelt Siemens das Fehlen eines europäischen technischen Standards, weswegen viele PLC-Nutzer ihr teures Modem nach einem Umzug nicht mehr würden nutzen können. Ob das alle Gründe sind? Es gibt zumindest Stimmen, die den Gesinnungswandel mit der hauseigenen xDSL-Konkurrenz in Zusammenhang bringen.

Da die Verhältnisse in den verschiedenen Ländern sehr ungleich sind, beziehen wir uns im Folgenden hauptsächlich auf die Entwicklung in Deutschland, wo die ersten kommerziellen Anlagen schon bald im Betrieb sein werden.

Erweiterung des Frequenzbereichs und Störproblematik

In den europäischen Ländern war in der Vergangenheit der nutzbare Frequenzbereich auf dem Stromverteilnetz stark eingeschränkt. Von den 3 bis 148,5 kHz des Cenelec-Bandes gemäss EN 50065-1 stand den Energieversorgern der Frequenzabschnitt 3 bis 95 kHz und den EVU-Kunden der Frequenzabschnitt 95 bis 148,5 kHz (Bsp.: EIB-Bus) zur Verfügung. Unter diesen Bedingungen war die Einhaltung der Funkstörvorschriften kein grosses technisches Problem. Der Vollständigkeit halber sei beigefügt, dass auch die oben nicht mitgezählten bis zu 500 kHz operierenden TFH-Verbindungen auf Hochspannungsleitungen über Jahrzehnte problemlos arbeiteten. Mit ihrer simplen Linienstruktur und den definierten Filterelementen an den Leitungsenden sind sie auch keine typischen Stromnetzkanäle.

Die USA, Kanada und Japan waren im Vergleich zu den Europäern (bis anhin) etwas weniger rigid; sie erlaubten den Netzbetreibern und deren Kunden eine Nutzung der Frequenzen bis 500 kHz sowie eine Signaleinspeisung zwischen Nullleiter und Schutzleiter (FI-Schalter-Problematik). Die USA beschränken allerdings die Abstrahlungswerte auf eine maximale Feldstärke von 30 µV/m ≈ 30 dB(µV/m) im Umkreis von 30 Metern eines PLC-Systems, was verglichen mit NB30 sehr komfortable Störabstände ergibt. Trotzdem waren auf diesen Stan-

Die Aktualität des Themas und die kontrovers geführten Diskussionen haben den Verlag Technische Medien (VTM) dazu bewogen, den vorliegenden Artikel über Powerline Communications mit einem eigenen Beitrag zu ergänzen. Unser Kollege Martin Baumann hat einige Gedanken zum Thema niedergeschrieben. Falls Sie – liebe Leserin oder lieber Leser – sich ebenfalls zu diesem Thema äussern möchten, dann erreichen Sie uns über die Redaktionsadresse (siehe Impressum) oder über E-Mail: bulletin@sev.ch.

Frequenzbereich [MHz]	Grenzwert der Feldstärke in x Metern Abstand in dB (V/m) B = 9 kHz (10 kHz) normalisierter Spitzendetektor	
0,009 bis 0,15	in Bearbeitung	
0,15 bis 1,6	$40–20 \cdot \log_{10}$ (f/MHz)	x = 1
1,6 bis 30	$20–7{,}7 \cdot \log_{10}$ (f/MHz)	x = 3
30 bis 300 in Bearbeitung	in Bearbeitung	

Tabelle II Grenzkurve MPT 1570 der britischen Radio Communications Agency

dards basierende Geräte in den Cenelec-Ländern bis jetzt nicht zugelassen.

Beim Vergleich mit konkurrierenden Techniken wie ISDN, Glasfaser, xDSL und Cable TV lag die Schlussfolgerung nahe, dass eine PLC-Technik innerhalb des bisherigen Frequenzbereiches wirtschaftlich nicht zu realisieren ist. Die interessierten Kreise – EVUs und Kommunikationsfirmen – haben deshalb eine Ausweitung des nutzbaren Frequenzbereiches auf 1 bis über 30 MHz beantragt. Dass diese Forderung im Zeitalter der Liberalisierung bei den Politikern auf offene Ohren – für die Gegner zu offene Ohren – stiess, kann nicht überraschen. Man darf sich jedoch schmunzelnd vorstellen, was die Initianten bei einem ähnlichen Vorstoss vor zehn Jahren von den Telecom-Mandarinen gehört hätten.

Technische Studien haben inzwischen aufgezeigt, dass die Störproblematik beträchtlich, aber nicht unüberwindlich ist. Die im Auftrag der deutschen Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (REGTP) erstellte Powerlinestudie von Gonschorek und Vick (http://www.emc-experts.de/Dienste/Beratungen/PLC-Studie/plc-studie.html, 27.1.2000) kommt zum Schluss, dass man die Störprobleme mit regulativen und technischen Massnahmen in den Griff bekommen könne.

Auf Grund dieser Resultate hat der deutsche Bundesrat im März dieses Jahres den Verordnungen der Bundesregierung zugestimmt, welche auf den international und national dem Rundfunkdienst zugewiesenen Frequenzen neu auch Medien- und Teledienste zulassen. Damit, so die Begründung, werde der Konvergenz von Telekommunikation, Informationstechnik und Rundfunk Rechnung getragen und ein wichtiger Schritt in Richtung Informationsgesellschaft getan. Die seit 1.7.2001 gültigen NB30-Grenzwerte (Tabelle I) sollen garantieren, dass die verschiedenen Medien ungestört koexistieren.

Die rechtliche Situation ist damit zumindest in Deutschland klar. Für die Schweiz ist davon auszugehen, dass sie den von Deutschland geschaffenen Fait accompli übernehmen wird. Auch in den meisten anderen Ländern werden die gesetzgebenden Behörden die neuen Technologien so wenig wie möglich beschränken, ist man doch interessiert, möglichst viele Konkurrenten auf dem hauseigenen Telekommarkt zu haben.

Von einigen Kritikern wird angeführt, dass die britische Radio Communications Agency für das Cenelec-Mitgliedland Grossbritannien einen strengeren Massstab angewendet hätte. Dies stimmt zum Teil, wie der Entwurf MPT 1570 (Tabelle II) und der Vergleich in Bild 7 zeigt.

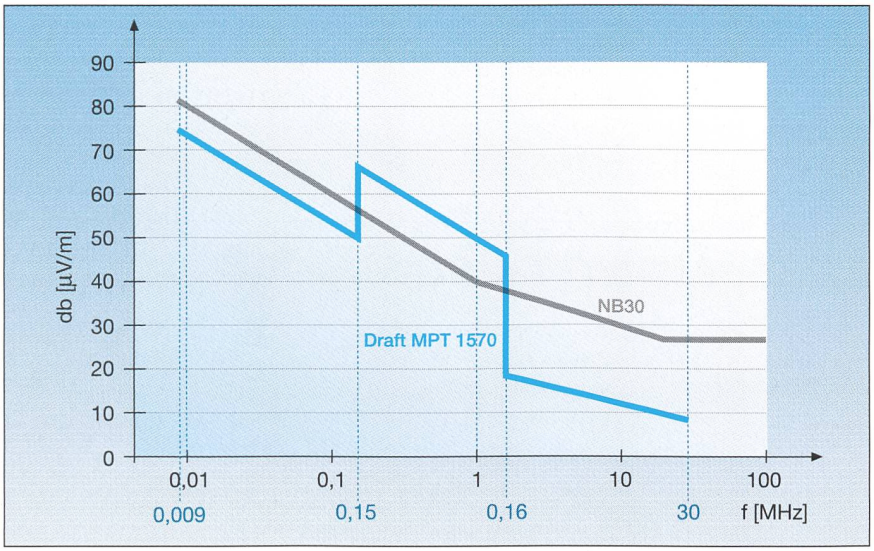


Bild 7 Vergleich der Störstrahlungsgrenzkurven NB30 und MPT 1570

Bemerkung zur Kurve MPT 1570: der Abschnitt 0,15–1,6 MHz wurde um 10 dB angehoben, um den kleineren Messabstand von 1 m auf 3 m zu korrigieren. Der Bereich 0,009–0,15 wurde dem Artikel «Megabits per Second on 50 Hz Power Lines?» von D. Hansen, entnommen: http://www.ieee.org/organizations/pubs/newsletters/emcs/winter01/hansen.htm

Bedenken sind nicht vollständig ausgeräumt

Behördliche Regelungen vermögen technische Bedenken nicht aus der Welt zu schaffen, vor allem dann nicht, wenn diese über viele Jahre als durchaus begründet galten. Es sind nicht zuletzt die Ingenieure, die auf die Nutzung des Energienetzes mit Frequenzen bis in den UKW-Bereich skeptisch reagieren:

- Stromkabel und Steckdosen sind nicht abgeschirmt. Das Argument hat zwar etwas an Kraft verloren, seit wir von den Amerikanern lernen mussten, dass man auch auf nicht geschirmten Kabeln ganz gut HF übertragen kann.
- Bei Gebäudeinstallationen wurden und werden fast beliebige Asymmetrien in Kauf genommen; mit MW- und UKW-Frequenzen auf dem Elektrizitätsnetz hat bis vor kurzem niemand gerechnet. Es sind diese Asymmetrien und nicht die fehlende Abschirmung, die bei hohen Frequenzen Störstrahlung unvermeidlich machen.
- Die meist sehr komplexen, ortsabhängigen geometrischen Verhältnisse könnten teure individuelle Abklärungen der örtlichen Störstrahlung nötig machen.
- Impedanzen und Dämpfungen variieren nicht nur in Abhängigkeit von der Frequenz, sondern – infolge von Schaltvorgängen – auch von der Zeit und vom Standort.
- Das Reziprozitätsgesetz der Hochfrequenztechnik besagt, dass die Eigenschaften einer Antenne im Sende- und im Empfangsfall identisch sind. In der Umgangssprache heisst das: Wer stört, kann auch gestört werden.

Wer nichts wagt...

Darf man auf Grund von solchen Bedenken die weit gediehenen Projekte von Ascom, RWE und anderen – die nun in die operative Phase einsteigen – vorzeitig für tot erklären? Das wäre nicht fair. Erst einmal haben wir davon auszugehen, dass diese Unternehmen ihre technischen

und wirtschaftlichen Hausaufgaben gemacht haben, dass sie wissen, welches Risiko sie eingehen, wenn sie jetzt – nach den Feldversuchen – die operative Phase in Angriff nehmen. Auch wenn wir unsere Skepsis nicht ganz ablegen können, finden wir doch leicht auch Argumente zugunsten der PLC-Technik:

- Bei der Wirtschaftlichkeitsrechnung können zum ersten Mal weit über die Zählerfernablesung und die Energietechnik hinausgehende Anwendungen mit einbezogen werden.
- Moderne Digitaltechnik ist gegenüber der Analogtechnik viel störsicherer. Ascom zum Beispiel arbeitet mit der von den GSM-Netzen her bekannten GMSK-Modulation[3]. Digitaltechnik erlaubt – zumindest bis zu einem gewissen Masse – die Schonung der Amateurbänder.
- Mittelfristig besteht ein Bedarf für Anwendungen, die eine Vernetzung aller Räume einer Wohnung oder eines Geschäftsgebäudes voraussetzen. Man denke beispielsweise an ein Heizungssystem, welches die Komfort-Variablen und Steuergrössen jedes einzelnen Raumes erfasst bzw. übermittelt. Damit liesse sich ein völlig transparentes Abrechnungssystem realisieren, dessen Administration man erst noch problemlos outsourcen könnte. Dank PLC könnte man ein derartiges System ohne unbezahlbare Neuverkabelung auch in Altwohnungen einrichten.
- Natürlich kann man ein System, wie es im vorhergehenden Absatz skizziert wurde, auch auf Funkbasis aufbauen. Nur hätte dieses immer noch das Handicap, dass seine Komponenten aus dem Netz Energie beziehen müssen.
- Drahtlose Systeme dürften bezüglich Elektrosmog vielleicht nicht in jedem einzelnen Fall, doch grundsätzlich angreifbarer sein als leitungsgebundene.

Abschliessend wollen wir gestehen, dass wir vor einigen Monaten die PLC-Technik noch um einiges skeptischer betrachteten – nicht aus grosser Sachkenntnis – die fehlt uns auch heute noch –, sondern aus einem diffusen Ingenieurgefühl heraus. Oder soll es einen Ingenieur nicht stören, wenn die Eisenbahner den Anschluss an die Autobahn fordern? Inzwischen hat uns das Thema gerade deswegen gepackt. Auf jeden Fall sind wir gespannt, wie es mit PLC weiter geht. Die Öffnung eines auf dem Energienetz basierenden breitbandigen Kommunikationskanals ist ein alter Ingenieurtraum, der immer wieder an der Technik und an den Kosten gescheitert ist.

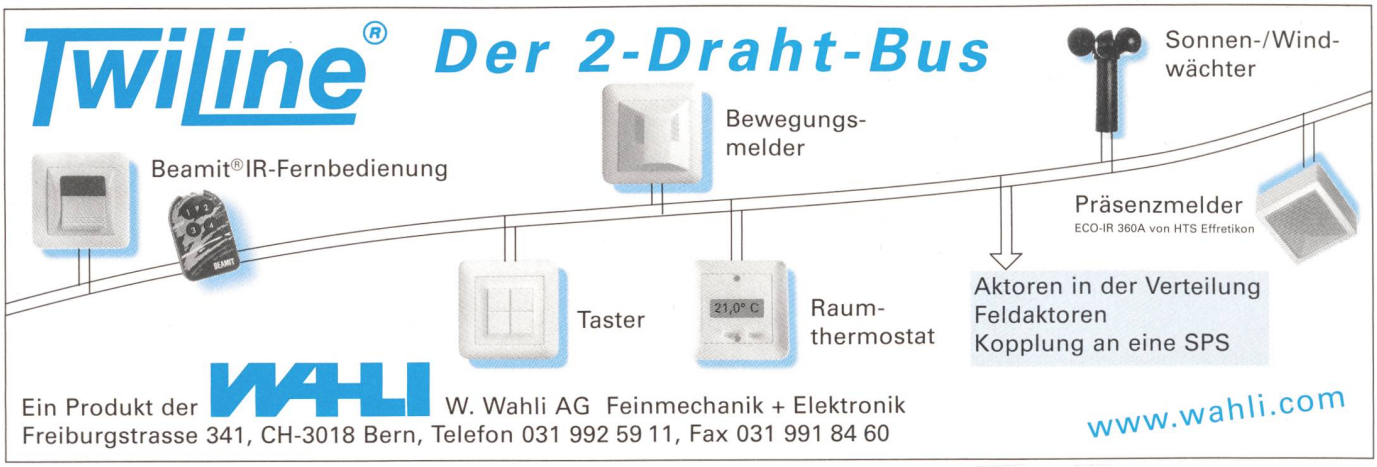
M. Baumann

[3] GMSK = «Gaussian Minimum Shift Keying»-Modulation

Highspeed-Internet sur le réseau électrique

Powerline Communications (PLC) refait parler de soi depuis quelque temps. Dans certaines applications spéciales, cette technique est déjà appliquée depuis des dizaines d'années; la commande de l'éclairage public par exemple se fait souvent selon ce principe et les «babyphones» envoient des signaux par le réseau électrique domestique. Dans ces deux exemples cependant, la communication se fait exclusivement à bande étroite et à des vitesses de transmission réduites.

Le présent article décrit le fonctionnement PLC Indoor et Outdoor ainsi que les composants nécessaires à la communication. Il examine de plus près les problèmes que pose la gestion de transmissions à large bande et des limites d'interférences à respecter. Etant donné que cette technique est très controversée, les Editions des Médias Techniques (VTM) ont ajouté quelques considérations sur l'utilisation de PLC.

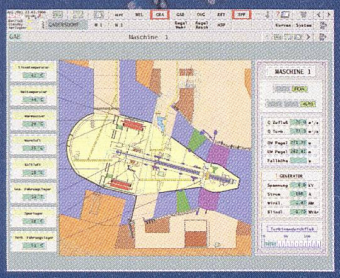


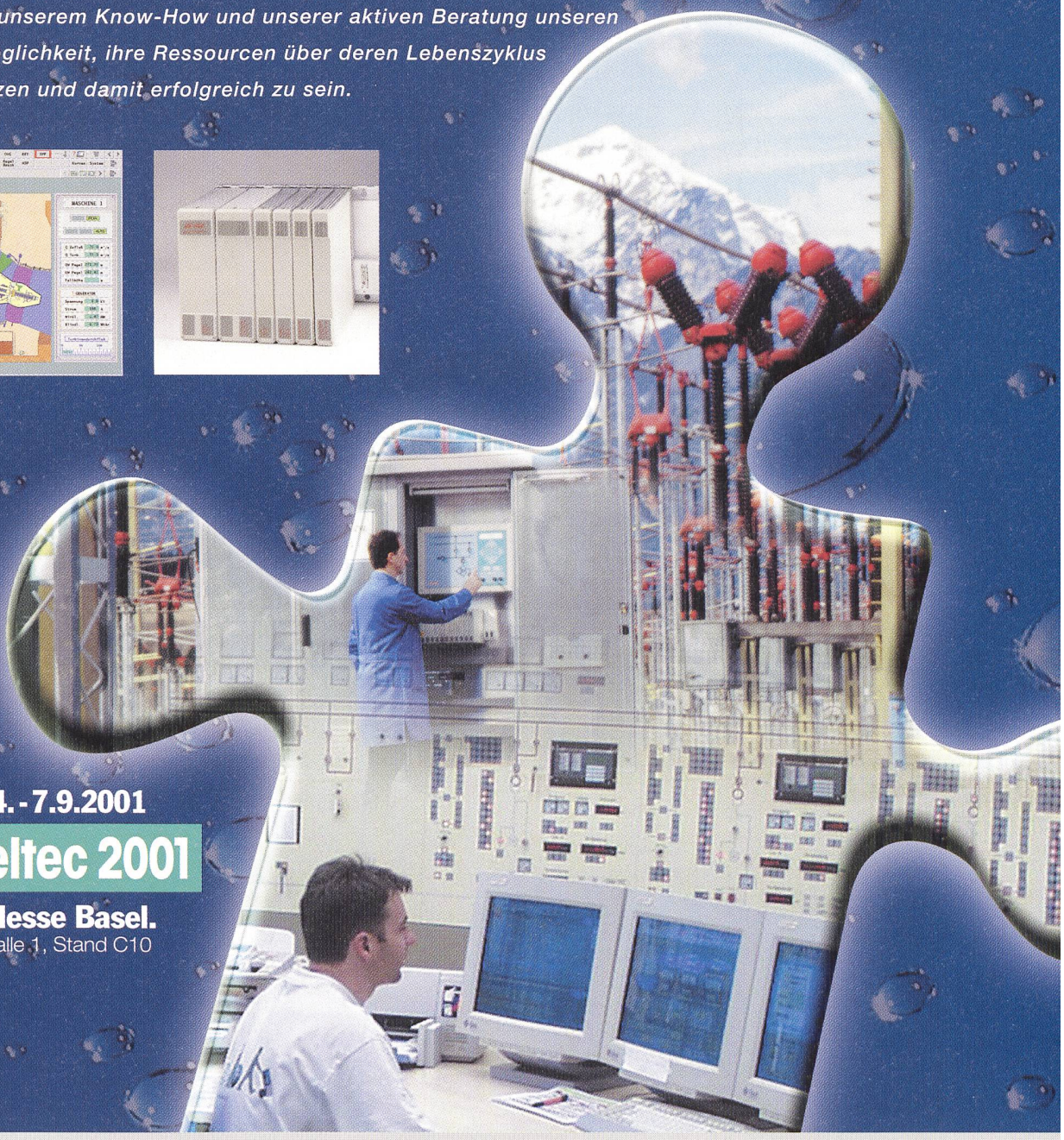
VA TECH

VA TECH SAT

Automatisierung
IST ZUKUNFTSSICHERUNG
wir sind für Ihre Zukunft da

VA TECH SAT als führender Gesamtlösungsanbieter in der Energiewirtschaft, liefert innovative und wirtschaftliche Gesamtlösungen für das Management von Prozessinformationen. Wir geben mit unserem Know-How und unserer aktiven Beratung unseren Kunden die Möglichkeit, ihre Ressourcen über deren Lebenszyklus optimal zu nützen und damit erfolgreich zu sein.





4.-7.9.2001

ineltec 2001

Messe Basel.
Halle 1, Stand C10

VA TECH SAT AG
Bösch 35, CH-6331 Hünenberg
e-mail: info.ch@sat-automation.com
www.sat-automation.com

SAT AUTOMATION

ENVIRONMENTS FOR ELECTRONICS
by Knürr

www.knuerr.ch

4.–7.9.2001
ineltec 2001
Messe Basel.
halle 1° - stand A36

Die vorbereitete Perfektion. Als weltweiter Systemlieferant unterstützt mich die Knürr-Gruppe mit kompetenter Beratung, professionellem Service und innovativen Produkten. Wie z.B. mit dem Smaract Compact Rack einer visionären Neuentwicklung der LAN-Schranktechnologie. Geschaffen für die Anforderungen von heute und morgen.

Knürr AG • Bruggacherstrasse 16 • 8117 Fällanden
Tel 01 806 54 54 • Fax 01 806 54 64
E-mail: vertrieb@knuerr.ch

knürr
environments for electronics

Elektrizitätszähler

Wirkungsvolle Lösungen für die Herausforderungen des deregulierten Energie-Marktes

Iskraemeco d.d., Savska loka 4
SI-4000 Kranj, SLOWENIEN
Telefon: (+386 4) 206 40 00, Telefax: (+386 4) 206 43 76
http://www.iskraemeco.si, e-mail:info@iskraemeco.si

Renato TREZZI,
Bitziustr. 47
CH-3006 Bern
Telefon: (031) 368 16 35, Telefax: (031) 368 16 39
http://www.iskraemeco.si, e-mail: r.trezzi@bluewin.ch

ISKRAEMECO