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: 93 (2002)

Heft: 23

Artikel: Power Line Communications : ein Geschäftsfeld für EVU?

Autor: Meier, Rudolf / Graf, Michael

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-855487

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: 09.07.2025

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

Power Line Communications – ein Geschäftsfeld für EVU?

Dank Power Line Communications (PLC) ist es möglich, über das Niederspannungsnetz breitbandig Daten zu übertragen. PLC ist als Idee für Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) äusserst interessant, weil damit im liberalisierten Telekommunikationsmarkt ein Zugang zu den Haushalten – die so genannte «letzte Meile», also die Verbindung vom Netz eines Service-Providers für Internet- oder Telefoniedienste zum Anschluss in der Wohnung oder im Büro des Kunden – angeboten werden kann. In der industrialisierten Welt besteht mit einer Abdeckung der Haushalte von 95% eine hervorragende Ausgangslage. Dieser Beitrag zeigt den aktuellen Stand der Technologie sowie mögliche Geschäftsmodelle auf.

Rudolf Meier, Michael Graf

Seit längerem werden Stromleitungen bereits im Schmalbandbereich für die Übertragung von Daten eingesetzt, z.B. zur Steuerung von Strassenlaternen, Fernablesung von Energiezählern oder hausintern für Babyphone-Systeme und Sprechanlagen. Dieses Schmalband-PLC (9 kHz – 150 kHz) ist gemäss der Norm Cenelec EN 50065 [1] klar spezifiziert. Allerdings ist die Datenrate von maximal 100 kbps[1)] zu gering, um für weiter reichende Kommunikationsdienstleistungen in Frage zu kommen.

Die PLC-Technologie

Der Schwerpunkt dieses Beitrags liegt daher auf der Breitband-PLC (1,6 MHz – 30 MHz) für die Niederspannungsebene, da nur dieses Band für die «letzte Meile» als Alternative zu ISDN[2)], ADSL[3)] und CATV[4)] in Betracht kommt. Die PLC-Technologie kann derzeit Daten mit bis zu 4,5 Mbps[5)] in einem digitalen Verfahren über die Stromleitung übertragen. Mittelfristig sollen Datenraten von 20 Mbps möglich werden. Auf Grund der Baumstruktur des Verteilnetzes[6)] stellt PLC ein verteiltes Medium wie ein LAN[7)] dar, d.h. die Bandbreite wird zwischen den durchschnittlich 150 Haushalten[8)] aufgeteilt, die an demselben Niederspannungssegment[9)] angeschlossen sind.

Über PLC können Dienste wie etwa schneller Internetzugang, Telefonie und Gebäudeautomation (z.B. Fernsteuerung von Haushaltgeräten) angeboten werden. Für die Übertragung von Diensten mit Echtzeitanforderungen sind QoS[10)]-Methoden notwendig, um eine ausreichende Übertragungsqualität zu gewährleisten.

Die einzelnen Bereiche eines PLC-Netzes

Ein PLC-Netz wird normalerweise in drei Bereiche unterteilt: den Backbone-, den Access- und den Inhouse-Bereich (Bild). Im Backbone-Bereich werden die Trafostationen über eine herkömmliche Telekommunikationsinfrastruktur (z.B. Glasfaser) an das Netz eines Telecom-Operators (öffentliches Telefonnetz und Internet) angeschlossen. In der Trafostation selber werden die Daten durch den sogenannten PLC-Master auf das Niederspannungssegment (Access-Bereich) aufmoduliert und zu den PLC-Access-Points bei den Hausübergängen und von dort zu jeder Steckdose im Haus übertragen (Inhouse-Bereich). Bei den Steckdosen ist ein PLC-Modem notwendig, um die Daten aus dem Stromnetz auszukoppeln und die Endgeräte anzuschliessen (z.B. PC, Fax, Telefon).

Für die Bereiche «Access» und «Inhouse» werden oft unterschiedliche Übertragungsfrequenzen verwendet, wobei im Access-Bereich – also der Strecke zwischen Trafostation und Hausübergang – ein tieferes Frequenzband gewählt wird (z.B. 1,6 MHz bis 10 MHz), um die Reichweite des Signals möglichst hoch zu halten.

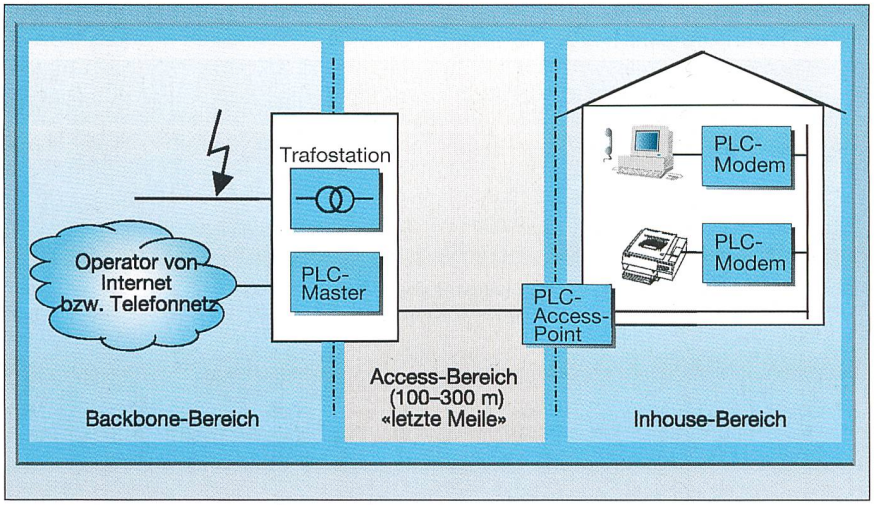

Bild 1 Exemplarische Übersicht der PLC-Architektur

		PLC	ADSL	CATV
Technische Datenrate	Upstream Downstream	1,5 Mbps 3 Mbps	1 Mbps 8 Mbps	10 Mbps 30 Mbps
Verteiltes Medium Anzahl Benutzer, die die Bandbreite teilen		Ja etwa 150	Nein	Ja etwa 200–400
Leitungslänge		etwa 100 m (max. 300 m)	etwa 1 km (max. 4 km)	> 1 km
Infrastruktur «letzte Meile»		Vorhandenes Stromnetz	Vorhandenes Telefonnetz	Vorhandenes CATV-Netz
Infrastruktur Backbone (Schweiz)		Erschliessung der Trafostation (z.B. Glasfaser); oft noch nicht vorhanden	Ausbau Ortszentrale weitgehend erfolgt	Ausbau auf Glasfaser; weitgehend erfolgt
Kommunikationsanschluss		Jede Steckdose	Telefonanschluss	TV-Dose
«Standardangebot»				
– Datenrate	Upstream Downstream	384 kbps 384 kbps	64 kbps 256 kbps	64 kbps 256 kbps
– Installationsgebühr (Fr.)		40.–	149.–	0.–
– Monatliche Gebühr (Fr.)		54.–	49.–	49.–
– Modem (Fr.)		12. – (Miete/Monat); 320.– (Kauf)	15.– (Miete/Monat); 398.– (Kauf)	15.– (Miete/Monat)

Tabelle I Vergleich der Technologien für die «letzte Meile». Stand: September 2002

Das Stromnetz ist nicht für Signalübertragungen im Hochfrequenzbereich ausgelegt. Die Leitungen sind im Gegensatz zu den Datenkabeln in Computernetzwerken und Telefonleitungen weder abgeschirmt noch verdrillt. Stromkabel in einem für PLC genutzten Niederspannungssegment haben deshalb unerwünschte Antenneneigenschaften: sie können sowohl Störsignale empfangen als auch andere – insbesondere funkbasierte – Übertragungskanäle stören.

Da das Frequenzband von 1 MHz bis 30 MHz von verschiedenen anderen Diensten wie beispielsweise Rund- und Amateurfunk oder sicherheitsrelevanten Funkdiensten von Polizei, Militär, Botschaftsdiensten usw. verwendet wird, ergeben sich einige Einschränkungen für die Verwendung von PLC sowohl für die nutzbaren Frequenzen als auch für das geografische Einsatzgebiet.

Die Regulierung von Breitband-PLC ist teilweise noch offen. Der Entwurf der Cenelec-Norm prES 59013 [2] ist in der Vernehmlassung. In Deutschland führten die harten Diskussionen um die Störabstrahlung von PLC zu den gesetzlich erlassenen Nutzungsbestimmungen 30 (NB30[11)], [3]). Gemäss dem technischen Handbuch des Bakom «Inverkehrbringen und/oder Betreiben von PLC-Anlagen (Powerline Communications) in der Schweiz» (NT–2721) ist sowohl die Cenelec-Norm als auch die NB30 seit 1. Juli 2002 in der Schweiz gültig.

Im Weiteren führt die Abstrahlung der übertragenen Daten und die gemeinsame Nutzung des Übertragungsmediums zur Gefährdung der Datensicherheit. Um die Sicherheit zu gewährleisten, werden Daten verschlüsselt übertragen. Entsprechende Massnahmen wurden von den Systemherstellern getroffen. Je nach Anbieter wird z.B. die VLAN-Technologie auf Basis des IEEE-802.1Q-Protokolls zur benutzerspezifischen Trennung der Datenpakete und ein asymmetrischer Verschlüsselungsalgorithmus zur Abhörsicherheit eingesetzt.

Die Systeme der führenden PLC-Hersteller (Ascom[12)], Main.net[13)], DS2[14)]) unterscheiden sich sowohl bezüglich Modulationsverfahren als auch bezüglich Topologie und Systemmanagement und sind daher nicht kompatibel.

Vergleich mit anderen Technologien

Tabelle I zeigt einen Vergleich der sich in der «letzten Meile» konkurrenzierenden Technologien PLC, ADSL und CATV.

Bei PLC wird jede Steckdose zum Kommunikationsanschluss. Rein tech-

	PLC	Ethernet	WLAN	Bluetooth
Technische Datenrate	einige Mbps	1 Gbps	11 Mbps	1 Mbps
Reichweite	100 m	100 m	30–300 m	10 m
Infrastruktur/Medium	Stromnetz	Kommunikationsverkabelung	Luft (DSSS)	Luft (GFSK, FHSS)
Störungsanfälligkeit	Hoch (durch Endverbraucher und Funkanwendungen)	Gering	Hoch (durch Funkanwendungen im gleichen Frequenzband)	Mittel (durch Funkanwendungen im gleichen Frequenzband)
Installationsaufwand	Gering	Verkabelung	Gering	Keiner
Kosten der Komponenten	Hoch	Tief	Mittel	Sehr tief

Tabelle II Vergleich der Inhouse-Technologien

DSSS: Direct-Sequence Spread Spectrum; GFSK: Gaussian Frequency Shift Keying; FHSS: Frequency-Hopping Spread Spectrum

nisch gesehen bietet PLC gegenüber ADSL und CATV jedoch keine Vorteile: die heute erzielbare Bandbreite von PLC ist relativ gering und muss zwischen allen Nutzern eines Niederspannungssegments geteilt werden. ADSL und CATV verfügen zudem über einen zeitlichen Entwicklungsvorsprung und haben die Tauglichkeit für den Massenmarkt bereits unter Beweis gestellt.

Inhouse-Vernetzung

Unter Inhouse-Vernetzung versteht man die Anbindung mehrerer Endgeräte (z.B. PC, Drucker, Telefon, Überwachungskamera) im Gebäudeinneren zu einem gemeinsamen Netz. Im Gegensatz zu den anderen Technologien für die «letzte Meile» bieten PLC-Systeme diese interessante Möglichkeit. Dabei steht PLC jedoch in Konkurrenz zu Technologien wie Ethernet[15], WLAN[16] und Bluetooth[17]. Tabelle II gibt eine Übersicht über diese Technologien.

Auch wenn die PLC-Technologie bezüglich der Bandbreite nicht an ein Ethernet-LAN heranreicht, so liegt der grosse Vorteil darin, dass keine zusätzliche Verkabelung notwendig ist. Eine Steckdose ist überall vorhanden. Ein Nachteil von PLC für die Inhouse-Vernetzung liegt jedoch in den relativ hohen Kosten der Modems[18]. Mobile Geräte (wie z.B. Notebooks) sind zudem nicht unbedingt geeignet, leitungsgebunden vernetzt zu werden. Die funkbasierten Technologien erlauben in diesem Fall die grösstmögliche Flexibilität und erfordern ebenfalls keine zusätzliche Verkabelungsinfrastruktur. Man kann zudem davon ausgehen, dass WLAN- und/oder Bluetooth-Adapter zunehmend standardmässig in Endgeräte eingebaut werden. Eine sinnvolle Kombination stellen daher kabelgebundene Technologien für die «letzte Meile» mit drahtloser Erschliessung im Inhouse-Bereich dar. Entsprechende kommerzielle Produkte sind bereits verfügbar (ADSL, CATV) bzw. in Entwicklung (PLC).

PLC und PWLAN

Ein weiteres, mögliches Einsatzgebiet für Niederspannungs-PLC könnte im Bereich des Public Wireless LAN (PWLAN) liegen. Zur Zeit werden verschiedene so genannte «hot spots» wie Bahnhöfe und Flughäfen mit WLAN versorgt. Ein Benutzer kann sich an diesem PWLAN anmelden und gegen Gebühr verschiedene Dienstleistungen nutzen (Internet, Einwahl ins Firmen-LAN usw.). Ein PWLAN stellt damit auch eine (bereits heute verfügbare) Alternative zu UMTS[19] dar.

Es besteht die Idee, mittels PLC die «hot spots» um «hot areas» zu ergänzen. Ein kombinierter PLC/WLAN-Knoten wird auf ausgewählten Strassenlaternen montiert. Die Anbindung des Knotens an den Backbone erfolgt dabei via PLC. Auf Grund der exponierten Lage der Strassenlaterne kann ein Gebiet von einigen hundert Metern funktechnisch abgedeckt werden. Über logische Netze könnten mit dieser Variante auch direkt Private oder Firmen versorgt werden, ohne dass ein PLC-Modem beim Kunden installiert werden muss. Diese Idee wird in der Schweiz bereits verfolgt[20], ein Pilotversuch ist in Planung.

PLC-Produkte und Erfahrungen mit PLC

Es gibt zahlreiche Hersteller von PLC-Systemen. Im Niederspannungsbereich sind in Europa Lösungen der bereits erwähnten Hersteller Ascom (Schweiz), Main.net (Israel) und DS2 (Spanien) von Bedeutung. Diese Hersteller verfügen über zum Teil grössere, kommerziell genutzte (Pilot-)Installationen:

- Ascom ist derzeit weltweit an rund 60 PLC-Projekten beteiligt. In der Schweiz steht eine Installation in Fribourg seit einiger Zeit in kommerziellem Betrieb (EEF gemeinsam mit Sunrise, «Sunrise Powernet[21]». RWE hat sein grosses Powerline-Projekt mit Ascom in Deutschland auf Grund von unvorhersehbaren technischen Entwicklungen auf Ende September 2002 eingestellt. Für bestehende Kunden soll der Internet-Zugang weiterhin gewährleistet werden. Von technischen Kinderkrankheiten der neuen Technologie abgesehen, war es nach Ansichten von Branchenbeobachtern vor allem die mangelnde Kundenakzeptanz, die das ehrgeizige, mit viel Werbeaufwand im Sommer 2001 gestartete Powerline-Projekt zu Fall brachten.
- Main.net ist an mehreren internationalen Projekten im PLC-Bereich beteiligt. Zusammen mit der MVV Energie AG[22] erfolgte Mitte 2001 unter anderem die flächendeckende Einführung in Mannheim.
- Pilotversuche basierend auf der DS2-Technologie wurden in Saragossa und Sevilla gemeinsam mit Endesa – dem grössten EVU in Spanien und dem wichtigsten Teilhaber des PLC-Chipherstellers DS2 – realisiert.

Die PLC-Systeme haben sich in diesen Installationen als prinzipiell funktionstüchtig erwiesen, die erzielten Bandbreiten, die Zuverlässigkeit, aber auch die Anzahl der gewonnen Kunden liegen teilweise jedoch deutlich unter den Erwartungen.

Geschäftsfelder mit PLC

Entsprechend den Einsatzgebieten von PLC im Niederspannungsbereich resultieren auch unterschiedliche Geschäftsfelder. Während im Inhouse-Bereich die einmalige Installation/Konfiguration im Vordergrund steht (klassisches Installationsgeschäft) geht es im Bereich «letzte Meile» neben dem erstmaligen Aufbau um den Betrieb und das Anbieten von Dienstleistungen (Telekommunikationsgeschäft).

Aus Sicht eines EVU bieten sich drei unterschiedliche Modelle an, die aufzeigen, wie die Netzinfrastruktur mittels PLC besser genutzt werden kann (Tabelle III). Die Unterschiede zwischen den

Aufgabenteilung	Geschäftsmodell aus der Sicht des EVU					
	Infrastrukturbetreiber		Betreiber «letzte Meile»		Lokaler Vollsortimentsanbieter	
	EVU	Partner	EVU	Partner	EVU	Partner
Niederspannungsnetz	×		×		×	
PLC-Infrastruktur		×	×		×	
Erschliessung Trafostation (z.B. Glasfaser)		×	×	(×)	×	
Anschluss an Internet/Telefonnetz		×		×	×	
Kundenkontakt		×	×	×	×	

Tabelle III PLC-Geschäftsmodelle für die «letzte Meile»

drei Modellen liegen in der Aufgabenteilung zwischen EVU und Telekom-Partner.

Im Folgenden werden die Vor- und Nachteile des gewählten Geschäftsmodells aus Sicht des EVU aufgezeigt:

Geschäftsmodell Infrastrukturbetreiber

Vorteile

- es sind keine Investitionen durch das EVU nötig;
- das EVU kann Dienstleistungen für den Netzaufbau und für den Betrieb des PLC-Systems anbieten;
- das Geschäftsrisiko liegt beim Partner.

Nachteile

- es muss ein geeigneter Partner vorhanden sein;
- tiefe Wertschöpfung für das EVU;
- es besteht kein Kundenkontakt für das EVU;
- grosse Abhängigkeit vom Partner.

Geschäftsmodell Betreiber «letzte Meile»

Vorteile

- relativ hohe Wertschöpfung für das EVU;
- der Partner liefert das Know-how bezüglich Telekommunikation und bietet Marketingunterstützung.

Nachteile

- das Technologierisiko (PLC) liegt beim EVU;
- es sind Investitionen notwendig (PLC und evtl. Erschliessung von Trafostationen);
- das EVU ist abhängig vom Partner.

Geschäftsmodell lokaler Vollsortimentsanbieter

Vorteile

- direkter Kundenkontakt für das EVU;
- hoher Wertschöpfungsanteil für das EVU;
- die Gesamtführung liegt beim EVU.

Nachteile

- sowohl Technologie- als auch Geschäftsrisiko liegen vollständig beim EVU;
- es sind hohe Investitionen notwendig (PLC, Erschliessung von Trafostationen, Marketing);
- Skaleneffekte können auf Grund der Fragmentierung der EVU nicht realisiert werden, d.h. die meisten EVU in der Schweiz sind zu klein, um über PLC eine genügend grosse Anzahl von Endkunden mit Telekommunikationsdienstleistungen versorgen zu können;
- für den Internet-Zugang und allenfalls den Zugang zum öffentlichen Telefonienetz sind Verträge mit Internetanbietern und evtl. der Swisscom notwendig.

Vor- und Nachteile von PLC als neues Geschäftsfeld

Dass PLC als Technologie funktionsfähig ist, wurde in mehreren Versuchsinstallationen gezeigt. Allerdings ist die breite Praxistauglichkeit und Kundenakzeptanz noch zu beweisen. Hierbei könnte sich vor allem die elektromagnetische Abstrahlung von PLC negativ auswirken.

Vom wirtschaftlichen Standpunkt her ist der Kostenvorteil gegenüber ADSL und CATV nicht erwiesen. Für die EVU hängt die Rentabilität des Geschäftsfelds PLC stark davon ab, welches Geschäftsmodell gewählt wird. Insbesondere ist entscheidend, wer die Erschliessung der Trafostationen (mit-)finanziert.

Bei der Vermarktung gegenüber den Endkunden kann das gute Image der EVU als Vorteil genutzt werden. Allerdings muss den Kunden ein konkurrenzfähiger Preis gegenüber ADSL bzw. CATV angeboten werden können. Bei einem flächendeckenden Angebot von PLC ist eine mit ADSL bzw. CATV vergleichbare Bandbreite mit den heutigen PLC-Systemen nicht zu erreichen.

Sorgfältige Planung ist wichtig

Für ein EVU muss der Einstieg ins PLC-Geschäft gut überlegt sein. Vor allem ist zu beachten, dass Skaleneffekte durch breiten Einsatz von PLC für ein einzelnes EVU auf Grund der Fragmentierung des Schweizerischen Elektrizitätsmarktes schwierig zu erzielen sind. Das Know-how im Bereich der Telekommunikation ist zudem bei den EVU meist nicht ausreichend vorhanden und muss in der Regel von einem Partner eingebracht werden.

Bei der Wahl der einzusetzenden Produkte – insbesondere auch in Anbetracht der Inkompatibilität der PLC-Systeme der einzelnen Lieferanten – muss der Tatsache Rechnung getragen werden, dass die Hersteller von PLC-Geräten von der schlechten Marktsituation im Umfeld der Telekommunikation stark betroffen sind.

Ein Teil des Risikos und der Investitionen sollte daher durch Partner mitgetragen werden. Insbesondere ist bei den Investitionen die Anbindung der Trafostationen an die zentralen Übergabepunkte der Telecom-Operator zu berücksichtigen. Das Modell für die Zusammenarbeit zwischen EVU und seinen Partnern bezüglich Finanzierung, Installation und Betrieb muss daher gut überlegt und klar geregelt sein. Insbesondere beim Betrieb sind Netzumschaltungen sorgfältig zu koordinieren, damit die angebotenen Telekomdienstleistungen dadurch nicht unterbrochen werden.

Als PLC-Geschäftsmodelle für ein EVU scheinen nur die oben erwähnten Modelle *Infrastrukturbetreiber* oder *Betreiber «letzte Meile»* sinnvoll zu sein.

Referenzen

[1] EN 50065: Signaling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5kHz. Part 1: General requirements, frequency bands and electromagnetic disturbances. Amendment AC. Cenelec Central Secretariat, Referenz: EN50065-1:1991/prAC:1994

[2] prES 59013: Powerline Telecommunications (PLT) – Coexistence of Access/Inhouse Systems. Cenelec Central Secretariat, Referenz: prES59013:2001 (in der Schweiz sowohl bei Protelecom, Laupenstrasse 18a, CH-3001 Bern, Fax 031 390 40 41 als auch Switec, Mühlebachstrasse 54, CH-8008 Zürich, Fax 01 254 54 74 zu beziehen)

Power Line Communications – un nouveau domaine commercial pour les entreprises électriques?

La technique des Power Line Communications (PLC) permet de transporter des données à large bande sur lignes à basse tension. Pour les entreprises électriques, PLC représente une idée extrêmement intéressante du fait que cela offre, sur le marché libéralisé des télécommunications, la possibilité de proposer l'accès aux ménages privés – le «dernier kilomètre», soit la liaison entre le réseau d'un fournisseur de service Internet ou téléphonie et le raccord d'appartement ou de bureau du client. Dans le monde industrialisé, la situation de départ avec 95% des ménages accordés au réseau est ainsi extrêmement intéressante. L'article présente l'état actuel de la technologie ainsi que d'éventuels modèles commerciaux.

[3] NB30: Nutzung von Frequenzen für Telekommunikationsanlagen und Telekommunikationsnetze in und längs von Leitern. Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (Reg TP), Tulpenfeld 4, Postfach 80 01, 53105 Bonn

Weiterführende Literatur

Bundesamt für Kommunikation (Bakom): Inverkehrbringen und/oder Betreiben von PLC-Anlagen (Powerline Communications) in der Schweiz. NT 2721, Biel, 2002, www.bakom.ch

Adressen der Autoren

Michael Graf, Dipl. El.-Ing. ETH/BWI, Senior Consultant, AWK Engineering AG, Zürich, michael.graf@awkgroup.com

Rudolf Meier, Dipl. El.-Ing. ETH/BWI, Bereichsleiter EVU, AWK Engineering AG, Zürich, rudolf.meier@awkgroup.com

[1] kbps: Kilobit pro Sekunde

[2] ISDN: Integrated Services Digital Network

[3] ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line

[4] CATV: Cable Television

[5] Mbps: Megabit pro Sekunde

[6] Die Haushalte sind in der Regel sternförmig an die Niederspannungsverteilstationen angeschlossen.

[7] LAN: Local Area Network; http://standards.ieee.org/catalog/olis/lanman.html

[8] In ländlichen Gegenden sind auch nur 50 Haushalte, in städtischen Gebieten hingegen bis zu 200 Haushalte pro Segment möglich.

[9] Segment: Strang einer Trafostation

[10] QoS: Quality of Service

[11] Am 30. März 2001 im deutschen Bundesrat verabschiedete Nutzungsbestimmung NB30 der Frequenzbereichs-Zuweisungsplanverordnung (FreqBZPV).

[12] Ascom, CH-3000 Bern, www.ascom.ch

[13] Main.net Communication LTD., Il-44641 Kfar Saba; www.mainnet-plc.com

[14] DS2, Valencia (E), ist der Hersteller des PLC-Chipsets; Endgeräte werden durch andere Hersteller geliefert (z.B. Ambient, EasyPlug, Sumitomo); http://cgi.ds2.es

[15] Ethernet wurde 1975 von der US Firma Rank Xerox entwickelt und von IEEE genormt. Bei Ethernet sind alle angeschlossenen Stationen gleichberechtigt; www.wirelessethernet.org, www.intel.com/deutsch/network/land/gigabit/index.htm, www.10gea.org/tech-whitepapers.htm

[16] WLAN: wireless local-area network; www.wlana.org

[17] Bluetooth: Kurzstrecken-Funkstandard der Bluetooth Special Interest Group (SIG: Ericsson, Nokia, IBM, Intel, Toshiba). Arbeitet im frei verfügbaren ISM-Funknetz (ISM: Industrial Scientific Medical, 2,45 GHz); www.bluetooth.de

[18] PLC-Modem: mehrere hundert Franken; Ethernet-Netzwerkkarte: etwa 50 Franken

[19] UMTS: Universal Mobile Telecommunications System

[20] Firma Venergi, CH-6300 Zug, www.venergi.com

[21] www.eefpowernet.ch

[22] MVV Energie AG, D-68159 Mannheim, www.mvv-life.de