**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:** 90 (1999)

**Heft:** 19

**Artikel:** Internet aus der Steckdose : Powerline Communication : ein Situationsbericht

**Autor:** Hagmann, Walter

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-901984

**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:** 12.07.2025

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

# Internet aus der Steckdose

## Powerline Communication – ein Situationsbericht

Bereits in wenigen Jahren sollen sich Daten mit Raten von einigen Megabit pro Sekunde durch das Niederspannungsnetz in die privaten Haushalte übertragen lassen. Der Durchbruch dieser Technik scheint heute weniger von technischen Problemen in Frage gestellt zu sein als vielmehr durch die Konkurrenz von alternativen Übertragungstechniken und noch ungeklärte Normierungsfragen, deren Lösung noch einige Zeit beanspruchen könnte.

Kommunikation ist der Schlüssel zum Erfolg im modernen Dienstleistungssektor. Daraus resultiert ein rasant steigender Bedarf nach elektronischen Kommunikationsmitteln, und dies ist letztlich auch die treibende Kraft hinter einer Technik, mit der Daten über das Niederspannungsnetz in die privaten Haushalte übertragen werden können, der sogenannten Powerline Communication (PLC). Verstärkend wirkt die Deregulierung der Telekommunikations- und der Energiebranche. Die neuen Telekommunikationsanbieter brauchen dringend unabhängige Zugänge zu ihren Kunden, und die Energieversorgungsunternehmen (EVU) brauchen neue Verdienstmöglichkeiten und suchen nach Wegen, Kunden durch erweiterte Angebote an sich zu binden, um sich im Umfeld der freien Marktwirtschaft behaupten zu können.

**Adresse des Autors**
*Walter Hagmann*, Geschäftsführer
X5' GmbH, Bachstrasse 92a, 5034 Suhr

Aus der Nutzung der bestehenden Verteil- und Kommunikationsnetze ergibt sich eine vielversprechende Synergiemöglichkeit zwischen Energieanbieter und Telekommunikationsunternehmen. Gelingt die Nutzung mit PLC, so profitieren beide Seiten: Die EVU durch eine zukunftsträchtige Zusatznutzung ihrer bestehenden Infrastruktur, die Telekoms durch einen alternativen First-Mile-Zugang zu ihren potentiellen Kunden.

PLC hat ein riesiges Potential. In den Industrieländern ist jeder Haushalt ans Stromnetz angeschlossen. Mit PLC wird jede Steckdose zu einem Kommunikationspunkt, und die Nutzung der Elektroverkabelung im Haus macht eine äusserst flexible Vernetzung der vielfältigen Kommunikationsgeräte, Computer und Drucker möglich.

Dieser Aufsatz beleuchtet die verschiedenen Facetten der PLC-Technologie, deren Anwendungen, Chancen und Risiken.

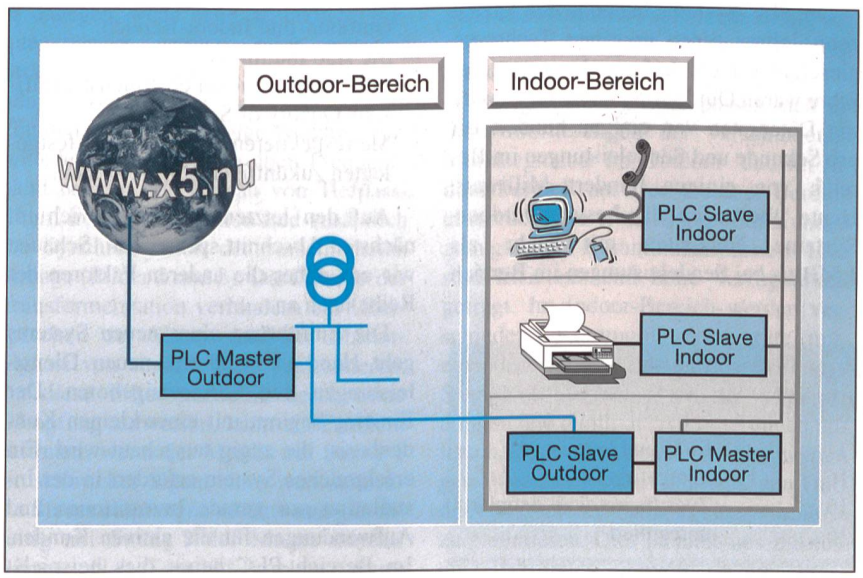



**Bild 1** PLC im Outdoor- und im Indoor-Niederspannungsnetz

### Grundlagen

Zuerst einige grundsätzliche Informationen als Basis für das Verständnis der weiterführenden Betrachtungen. Dieser Beitrag beschränkt sich auf die Nutzung der Niederspannungsverteilung zur Kommunikation. Aus zwei Gründen soll hier nicht auf die Anwendung von PLC auf der Mittelspannungsebene eingegangen werden: Erstens sind die Niederspannungs-PLC-Lösungen praktisch unverändert auch auf der MS-Ebene einsetzbar. Als Kommunikationskanal ist die MS-Ebene eher einfacher, die Ankopplung dafür kritischer infolge der höheren Spannung. Zweitens darf angenommen werden, dass eine zukunftsträchtige Gesamtlösung bis zur Ebene der MS/NS-Trafostationen mit fiberoptischen Kabeln ausgerüstet sein wird und PLC auf Mittelspannungsleitungen daher keine grössere Bedeutung erlangen wird.

Bild 1 zeigt schematisch das PLC-Einsatzgebiet im Niederspannungsbereich. Vom Transformator bis zu den einzelnen Hausanschlüssen bewegen wir uns im öffentlichen Gebiet (outdoor); vom Hausanschluss bis zur einzelnen Steckdose im privaten Bereich (indoor). Für die Kommunikation zwischen Transformator und einer Steckdose im Indoor-Bereich gibt es zwei Lösungsmöglichkeiten. Die Kommunikation kann in einem Schritt geschehen, oder es können unabhängige (aber verbundene) Systeme im Outdoor- und im Indoor-Bereich aufgebaut werden (Bild 1 zeigt letztere Lösung). Im ersten Fall entfallen die beiden Kommunikationsgeräte am Hausanschluss, und die einzelnen Geräte innerhalb des Hauses werden direkt an einen Outdoor-Slave angeschlossen. Weiter unten wird erläutert, warum zwei unabhängige Systeme die besseren Marktchancen haben.

Der Anschluss an das globale Kommunikationsnetz geschieht über den Outdoor-PLC-Master. Dieser sitzt typischerweise in der Trafostation oder an einem

beliebigen anderen Punkt, an dem eine günstige Verbindung zum Kommunikations-Backbone hergestellt werden kann. Die PLC-Verbindung im Outdoor-Bereich läuft zwischen PLC-Master und den PLC-Slaves an den einzelnen Hausanschlüssen. Innerhalb des Hauses findet sich dasselbe Konstrukt: ein Indoor-PLC-Master beim Hausanschluss und die korrespondierenden Indoor-PLC-Slaves an den einzelnen Steckdosen. Am Hausanschluss sind der Outdoor-Slave und der Indoor-Master normalerweise über eine standardisierte Schnittstelle, zum Beispiel Ethernet TCP/IP, miteinander verbunden. Bei dieser Lösung kann innerhalb des Hauses alternativ auch mit einem Ethernet ein privates Netzwerk aufgebaut werden.

Die Anzahl Hausanschlüsse pro Transformator und deren Distanzen vom Transformator variieren sehr stark. Die Zahlen unterscheiden sich zwischen innerstädtischen und ländlichen Gebieten wie auch zwischen verschiedenen Ländern. Im Stadtzentrum finden sich Spitzenwerte bis zu 250 oder mehr Hausanschlüsse pro Transformator. In Zentral- und Nordeuropa liegt der typische Wert allerdings eher bei 80. Im Stadtzentrum sind die Kabel praktisch immer unter dem Boden verlegt. Die maximalen Kabellängen liegen dort im Bereich von 300 bis 500 m. In ländlichen Gegenden sind oft noch gemischte Installationen mit Kabeln und Freileitungen zu finden. Die maximalen Leitungslängen liegen hier oft zwischen 500 und 700 m, in Extremfällen natürlich noch viel höher.

Für die PLC-Kommunikation ist in Europa das Cenelec-Band (Tab. I) freigegeben.

Frequenzen von 9 bis 95 kHz sind für öffentliche Anwendungen (EVU), Frequenzen von 95 bis 148,5 kHz für private Anwendungen reserviert. In den öffentlichen B- und D-Bändern gibt es keinen Schutz zwischen einzelnen Diensten (z.B. Babyphones und Indoor-Computernetze). Im C-Band ist ein Kanalzugriffsprotokoll definiert, das eine geordnete Verwendung des Kanals durch unabhängige Hardware möglich macht. Für die Cenelec-Bänder gibt es klare Normen für die maximale Sendeleistung. Die zur Verfügung stehende Bandbreite von total rund 140 kHz reicht leider nicht für sehr hohe Datenraten. Es gibt aber in diesem Band schon schöne Lösungen mit Datenraten von etwa 100 kBit/s. Auch hier ist noch eine Steigerung zu erwarten. Zukunftsträchtige PLC-Systeme müssen jedoch Nutzdatenraten von 1 MBit/s und mehr bieten. Dabei sind die resultierenden Kanaldatenraten bei schmalbandigen Verfahren um den Faktor zwei bis fünf höher. Solche Systeme brauchen entsprechend Bandbreite und werden daher im Kurzwellenbereich zwischen rund 2 und 30 MHz betrieben. Weil sich die tieferen Frequenzen auf den Energiekabeln besser ausbreiten, liegen die Outdoor-Systeme meist im Bereich 2 bis 15 MHz. Indoor-Systeme werden oft im Bereich 15 bis 30 MHz angesiedelt, um den leitergebundenen Störungen der Haushaltgeräte in den tieferen Frequenzbereichen auszuweichen.

Bei den Modulationsarten können wir grob zwischen Einzelträgerverfahren, Mehrfachträgerverfahren und Spreizbandsystemen unterscheiden. Alle drei sind heute bei verschiedenen Anbietern im Einsatz und bewähren sich grundsätzlich. Die Wahl eines erfolgreichen Modulationsverfahrens muss im Zusammenhang mit der Diskussion um die Zulassung von PLC im Kurzwellenbereich gesehen werden. Aus heutiger Sicht bieten hier die Mehrfachträger- und Spreizbandverfahren die besten Chancen. Erstere erlauben eine sehr flexible Frequenzplanung, während bei den zweiten die Leistungsdichte unter kritische Werte gesenkt werden kann.

## State of the Art

Die PLC-Systeme haben in den letzten zehn Jahren einen enormen Technologieschub erlebt. Anfang der neunziger Jahre waren Outdoor-Systeme im Einsatz mit Datenraten von einigen hundert Bit pro Sekunde und Sendeleistungen im Bereich von einigen hundert Milliwatt. Heute übertragen die besten Outdoor-Systeme Nutzdaten mit mehr als 1 MBit/s bei Sendeleistungen im Bereich von einigen Milliwatt. Rechnen wir dies um auf die benötigte Energie pro übertragenes Bit, so konstatieren wir eine Verbesserung von einem Faktor von annähernd einer Million in zehn Jahren. Möglich gemacht hat dies der Fortschritt in der Chipintegration. Heutige Systeme nutzen komplexe, hoch wirksame Algorithmen zur Synchronisation, Detektion und Fehlerkorrektur. Wir haben die Spitze des Möglichen noch nicht erreicht. Weitere Verbesserungen, besonders in der erreichbaren Datenrate, aber auch in einer weiteren Reduktion der benötigten Sendeleistung sind in den nächsten Jahren zu erwarten. Durch die sehr hohe Signaldämpfung auf den elektrischen Verteilleitungen sind die typischen Übertragungsdistanzen im Bereich von 200 bis 500 m recht konstant geblieben.

| Frequenz [kHz] | Bezeichnung | Pegel [dBµV] | Zugriff |
|---|---|---|---|
| 9– 95 | A-Band | 134 | EVU und Partner |
| 95–125 | B-Band | 116 | unreguliert |
| 125–140 | C-Band | 116 | Zugriffsprotokoll definiert |
| 140–148,5 | D-Band | 116 | unreguliert |

**Tabelle I Cenelec-Frequenzzuteilungen für PLC**

## Konzeptionelle Erfolgsfaktoren

Unter konzeptionellen Erfolgsfaktoren verstehe ich jene Designcharakteristiken, die eine PLC-Lösung haben muss, um im zukünftigen Markt überhaupt Beachtung zu finden. Daneben gibt es noch eine Reihe von mindestens so wichtigen kommerziellen Faktoren aus den Bereichen Produktion, Marketing, Distribution, Preisgestaltung wie auch das Verhalten der Anbieter von Konkurrenztechnologien. Die hier angedeuteten Faktoren sind also notwendig, aber noch nicht hinreichend für den Erfolg. Erfolgreiche PLC-Systeme haben folgende Charakteristika:

- Aufwendungen für die Systeminstallation sind proportional zur Kundenbasis.
- Die Systeme erlauben einen späteren problemlosen Ausbau der Kapazität.
- Sie bieten unabhängige Systeme für Outdoor- und Indoor-Bereich.
- Sie sind multimediafähig.
- Sie implementieren eine dienstspezifische Quality of Service.
- Sie respektieren die noch nicht festgelegten zukünftigen EMV-Normen.

Auf den letzten Punkt gehe ich im nächsten Abschnitt speziell ein. Schauen wir uns daher die anderen Faktoren der Reihe nach an.

Die Einführung eines neuen Systems geht Hand in Hand mit neuen Dienstleistungen und Serviceangeboten. Der Einstieg beginnt mit einer kleinen Kundenbasis, die zügig ausgebaut wird. Ein erfolgreiches System erfordert in der Installation nur gerade Investitionen und Aufwendungen für die aktiven Kunden. Im Bereich PLC heisst dies beispielsweise, dass die ersten Kunden im Bereich

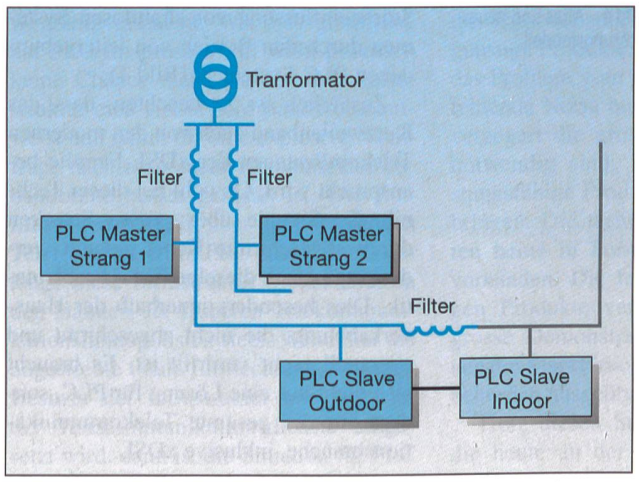



**Bild 2 Filter zur Störungsunterdrückung**

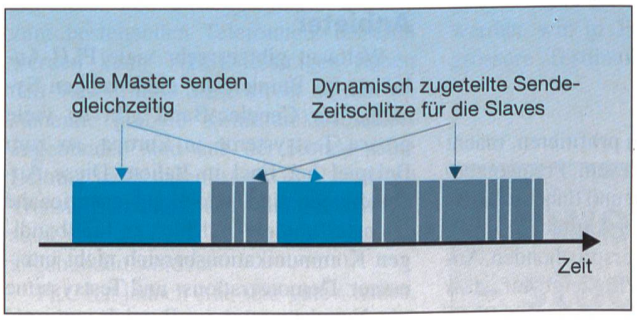



**Bild 3 Synchronisierter Betrieb zur Unterdrückung von Übersprechen zwischen verschiedenen Strängen**

eines Transformators angeschlossen werden können, ohne alle anderen Hausanschlüsse ebenfalls mit Filtern oder Abschlusselementen ausrüsten zu müssen.

Steigt die Kundenzahl wie erwartet, stösst das System der ersten Generation unweigerlich an die Grenze seiner Kapazität. Das Surfen auf dem Internet wird langsam, am Telefon hört man zu oft ein Besetztzeichen. Es ist an der Zeit, die Kapazität zu erhöhen. Fatal wäre es nun, wenn das System der ersten Generation nicht mehr genutzt und durch ein neues System ersetzt werden müsste. Ideal wäre es dagegen, wenn neue, zusätzliche Frequenzbänder genutzt oder einzelne Stränge der Spannungsverteilung unabhängig voneinander betrieben werden könnten. Die unabhängige Nutzung verschiedener Stränge im selben Frequenzband bedingt den Einbau von Tiefpassfiltern in der Trafostation und zusätzlich die Synchronisation der verschiedenen Stränge (Bilder 2 und 3). Die Filter in der Transformerstation verhindern ein Übersprechen der Slave- und der Master-Signale von einem Strang zum anderen. Da diese Filter nur eine beschränkte Dämpfung aufweisen, kann ein Problem auftreten, wenn der Master auf Strang 1 ein schwaches Signal eines weit entfernten Slaves empfangen möchte und gleichzeitig auf Strang 2 der Master sendet. Dieses Nah-/Fernfeld-Problem kann durch eine Synchronisation der Master-Stationen gelöst werden. Werden die Master auf den verschiedenen abgehenden Strängen einer Trafostation nämlich so betrieben, dass alle im gleichen Zeitraum senden oder empfangen (Bild 3), so sorgen die Filter zwischen den Strängen für eine genügend grosse Dämpfung, um ein Übersprechen der benachbarten Master-Signale zu verhindern. Die Slaves entlang eines Strangs hören nur ihren zugehörigen Master. Sind alle Master auf Empfang geschaltet, bieten die Filter ebenfalls eine genügende Dämpfung, um ein schwaches Slave-Signal (Kunde fern vom Transformator) auf einem Strang vor einem starken Signal auf einem anderen Strang zu schützen.

Erfolgreiche Systeme passen sich an die Anforderungen der verschiedenen Marktsegmente im Outdoor- und im Indoor-Bereich an. Der Outdoor-Bereich überbrückt die erste Meile vom Kunden zum globalen Kommunikationsnetz. Hier sind Effizienz und hohe Verfügbarkeit gefragt. Im Indoor-Bereich werden verschiedene Kommunikationsgeräte miteinander vernetzt und an eine beliebige Steckdose angeschlossen. Die Anwendungen und damit die Anforderungen unterscheiden sich in den beiden Segmenten gewaltig. Es ist daher sinnvoll, den Outdoor-Bereich nur bis zum Hausanschluss zu garantieren. Dies ist auch aus Zuständigkeitsgründen sinnvoll, da die Hausverkabelung nicht in den Zuständigkeitsbereich des EVU fällt und daher keine Garantie für die Verfügbarkeit des Indoor-Systems übernommen werden kann. Aus Gründen der Verbindungssicherheit scheint es sogar sinnvoll, das Outdoor- und das Indoor-System am Hausanschluss durch Tiefpassfilter voneinander zu trennen. Solche Filter schützen das von allen Haushalten genutzte System im öffentlichen Bereich vor Störungen aus dem Privatbereich, verbessern die Impedanzverhältnisse für die Kommunikationselemente am Hausanschluss und sorgen für eine bessere Signaleinspeisung. All dies erlaubt eine Reduktion der benötigten Sendeleistung, was EMV-Probleme stark reduzieren könnte. Wie oben schon angesprochen, ist es jedoch wichtig, dass solche Filter nur an Hausanschlüssen von PLC-Kunden eingesetzt werden müssen.

Als Marktsegment ist der PLC-Indoor-Bereich im übrigen eigenständig und unabhängig von der Existenz eines Outdoor-PLC-Systems. Indoor-PLC bietet den grossen Vorteil einer leistungsfähigen Kommunikationsvernetzung aller Steckdosen und Haushaltgeräte ohne zusätzliche Verkabelung. Das Indoor-PLC-Netz kann über einen beliebigen Kanal mit dem globalen Netz gekoppelt werden. Dies kann das TV-Kabel sein, ISDN oder ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) über die bestehenden Telefonleitungen. Genauso kann ein Outdoor-PLC-System mit einem privaten Ethernet-Netzwerk gekoppelt werden. Die Trennung der beiden Netze bringt die notwendige Flexibilität und Wahlfreiheit für den Kunden in seinem Privatbereich.

Erfolgreiche Systeme sind multimediafähig und implementieren servicespezifische Kommunikationsqualitäten. Ein PLC-System muss Internetdienste, Telefonverbindungen, elektronischen Handel, Dateitransfer, Video- und Datenkonferenzen handhaben können. Um diese Dienste effizient zu vermitteln, müssen spezifische Qualitätsnormen eingehalten werden. Da die Verständlichkeit von gesprochenem Text unter Verzögerungen der Datenübertragung leidet, verlangen qualitativ gute Telefonverbindungen nach einer echtzeitnahen Übermittlung der Sprachdaten. Kleinere Übertragungsfehler werden zwar als störend empfunden, sie beeinträchtigen die Verständlichkeit der Sprache jedoch kaum. Demgegenüber verlangt der Transfer von Dateien eine fehlerfreie Übertragung der einzelnen Bits. Der zeitliche Verlauf der Übertragung und sogar die Reihenfolge, mit der die einzelnen Datenpakete beim Empfänger ankommen, spielt dagegen bei entsprechenden Übertragungsproto-

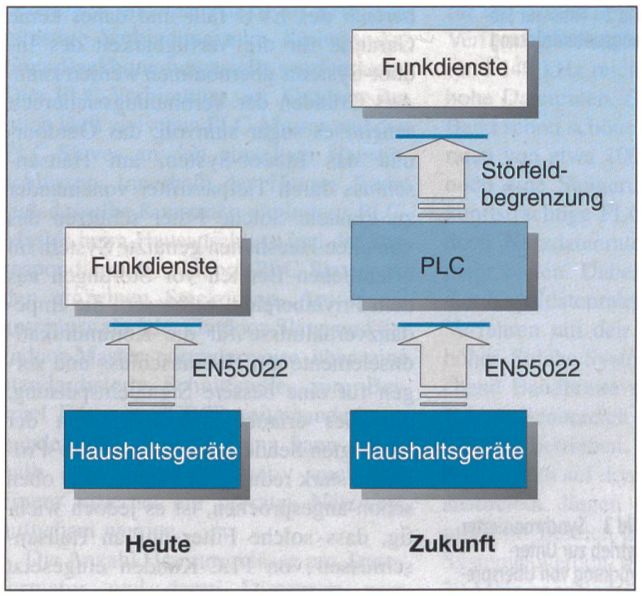



**Bild 4 Altes und neues Störungsmodell**

kollen keine Rolle. Um die notwendige Servicequalität zu liefern, muss ein Kommunikationssystem die einzelnen Dienste unterscheiden können und für jeden Dienst die entsprechenden Regeln implementieren.

## Hürden

Die wohl grösste Herausforderung für PLC ist der EMV-Aspekt. Das Grundproblem: Es gibt heute noch keine Normen für die erlaubte Abstrahlung im Kurzwellenbereich. Verschärfend kommt hinzu, dass dieses Problem nur global gelöst werden kann. Zuständig für die Erstellung von Normen in diesem Bereich sind die internationalen Regulierungsbehörden. Die nächste World Radio Conference (WRC) der International Telecommunication Union findet im Jahre 2000 statt. Frühestens dort können die globalen Weichen gestellt werden. Diese Unsicherheit bildet ein beachtliches Risiko für Investoren. Es ist heute noch nicht abschätzbar, wann Normen verfügbar sein werden, und schon gar nicht, wie diese aussehen könnten.

Hersteller mit Lösungen im Kurzwellenbereich (alles Lösungen mit hohen Datenraten) betreiben ihre Demonstrationssysteme heute mit Versuchslizenzen, die, ausgestellt durch die lokalen Regulierungsbehörden, bis auf Widerruf gültig sind.

Der Kurzwellenbereich ist durch bestehende Dienste stark besetzt. Er wird vor allem genutzt durch Radioamateure, Botschaftsfunk, Seefunk, Flugfunk und das Militär. Es gibt weltweit Tausende von registrierten Diensten im Band von 2 bis 40 MHz. Die globale Ausbreitung der Kurzwellensignale, von der alle genannten Anwendungen profitieren, macht die Normierung in diesem Frequenzbereich zu einer globalen und daher schwierigen und langwierigen Aufgabe. Es gibt allerdings einen vielversprechenden Ansatz von Widmer. [1] Er zeigt auf, dass der Fernfeldeffekt von modernen PLC-Systemen im natürlichen Hintergrundrauschen verschwindet. Dies vorausgesetzt, könnte die Normierung lokal und damit sehr viel einfacher erfolgen. Berücksichtigt man bei einer solchen lokalen Definition, dass die bestehenden Kurzwellendienste sehr dünn gesät sind, so ergibt sich ein möglicher Lösungsansatz aus einer geografisch gegliederten Frequenznutzungskarte, die für das Allgemeinwohl wichtige Dienste zu berücksichtigen hätte. Dies sollte möglich sein, da militärische Anwender und Flugfunkdienste meist ausserhalb der bebauten Gebiete stationiert sind, Seefunkstationen an den Küsten liegen und Botschaftssysteme auf ausgewählte Gebiete in den Hauptstädten konzentriert sind.

Die modernen PLC-Systeme benötigen nur noch sehr kleine Sendeleistungen. Es resultieren also auch tiefe Abstrahlwerte mit nur kleinem lokalem Störungspotential. Zudem sind heute schon Modulationsverfahren im Einsatz, mit denen selektiv Teile des Frequenzbandes belegt oder freigelassen werden können. Auf dieser Basis müsste es möglich sein, tragfähige Lösungen zu finden. Die noch zu bestimmenden Normen dürfen die neuen netzgebundenen Kommunikationssysteme nicht als reine Störungsquellen behandeln. Es braucht weiterhin straffe Normen zur Vermeidung von Störungen durch Haushaltgeräte, wie dies in EN 50065 spezifiziert ist. Neu braucht es nun aber Richtlinien für die Störbeeinflussung von drahtlosen Systemen durch den Betrieb von leitergebundenen PLC-Systemen. (Bild 4)

Zusätzlich ist zu beachten, dass das Kurzwellenband auch von den modernen Telekomlösungen der xDSL-Familie beansprucht wird. Obwohl bei dieser Technik die Signale über grosse Strecken durch abgeschirmte Kabel geleitet werden, ergibt sich dieselbe EMV-Problematik. Dies besonders innerhalb der Hausverkabelung, die nicht abgeschirmt und eventuell nicht verdrillt ist. Es braucht also nicht nur eine Lösung für PLC, sondern für die gesamte Telekommunikationsbranche, inklusive xDSL.

## Anbieter

Weltweit gibt es sehr viele PLC-Anbieter. Im Bereich der niederratigen Systeme im Cenelec-Band gibt es viele grosse Testsysteme in Europa, so zum Beispiel bei Enel in Italien. Diese Anwendungen sind jedoch auf energienahe Dienste limitiert und für den breitbandigen Kommunikationsbereich nicht interessant. Demonstrations- und Testsysteme mit Nutzdatenraten im Bereich von rund 1 MBit/s gibt es in Europa einige. Bekannt geworden sind vor allem die Systeme von Norweb, Ascom, Siemens und Düne. Alle Testsysteme bestehen heute jedoch noch aus einer kleinen Anzahl von Teilnehmern. Noch keiner der oben genannten Anbieter offeriert heute marktkonforme Produkte, die durch den Käufer problemlos zu einem grossen System zusammengebaut werden könnten. Die heutigen Angebote sind meist verknüpft mit intensiven Systemanalysen und Feldmessungen. Auch die Produktpreise sind für einen flächendeckenden Einsatz noch zu hoch. Alle Anbieter arbeiten mit Hochdruck an einer neuen Produktgeneration, die für grosse Testsysteme geeignet sein wird.

## Einfluss von Konkurrenztechnologien

PLC ist nur eine der Möglichkeiten für eine leistungsfähige Anbindung der Haushaltkunden ans globale Kommunikationsnetz. Alternativen sind Kabelfernsehen, xDSL über bestehende Telefonleitungen, drahtlose Verbindungen mit Dect oder das zukünftige breitbandige Mobilfunksystem UMTS. Welche der Technologien zum Einsatz kommt, hängt sehr stark von der bestehenden Infrastruktur in der betrachteten Region ab. Die Schweiz ist sehr dicht mit Kabelfernsehen versorgt. Die bestehenden Systeme werden mit Hochdruck modernisiert und zwei-

wegfähig gemacht. Wo dies geschieht, hat PLC im grossen Stil wohl praktisch keine Chance mehr, da die Kabelinfrastruktur eine viel höhere Bandbreite aufweist und damit für eine explosive Nachfrage nach noch mehr Kommunikationsbandbreite besser gerüstet ist. Die Einführung von ADSL über die bestehenden Telefonkabel trifft PLC nicht stark, solange diese Infrastruktur immer noch in den Händen der früheren Telekommunikationsmonopolisten steht. Wenn hier die angestrebte totale Entflechtung zwischen Besitzer der Infrastruktur und Anbieter der Telekommunikationsdienste umgesetzt wird, dann ist die Situation für PLC allerdings wieder trüber, da dannzumal ein freier und kostengünstiger Zugang zum bestehenden Telefonnetz erwartet werden kann. ADSL-Lösungen haben den Vorteil, dass diese direkt an das bestehende globale Kommunikationsnetz angebunden sind und der Kunde seine Leitung nicht teilen muss. PLC muss ab Transformerstation über ein weiteres System (das vielfach noch nicht existiert) angebunden werden.

PLC hat jedoch eine sehr gute Chance, wo Alternativen noch nicht existieren. Eine mögliche Anwendung ist Telefonie in Schwellenländern, wo Haushalte heute schon mit Strom versorgt werden, jedoch noch nicht mit Telefon. PLC erlaubt die Nutzung der bestehenden Infrastruktur und kann hier unter den richtigen Voraussetzungen die günstigste Lösung bieten.

## Wie weiter?

Um PLC zum Durchbruch zu verhelfen, braucht es Lösungen bei der Nutzung des Kurzwellenbereichs, und es braucht günstige Produkte. Dies ist ein wenig wie das Problem vom Huhn und vom Ei. Die fehlende Norm bei der Frequenznutzung verzögert die grossen Investitionen, die notwendig sind, um günstige und leistungsfähige Produkte auf den Markt zu bringen. Die technischen Lösungen wären heute in Form von Demosystemen vorhanden. Die fehlenden kostengünstigen Produkte verhindern zurzeit noch grosse Demonstrationsanlagen, mit denen ein Marktdruck auf die Normierungsbehörden ausgeübt werden könnte.

Trotz diesen Schwierigkeiten werden die heute an der vordersten Front von PLC tätigen Firmen mit ihren Anstrengungen nicht nachlassen. Nächstes Jahr werden wir in Europa wahrscheinlich grössere Testinstallationen von Ascom und Siemens sehen, die einen Nachholbedarf gegenüber Norweb wettzumachen haben. Möglich ist auch der Eintritt von Firmen aus den USA oder aus Korea, wo verschiedene Anbieter mit beachtlichen Lösungen aufwarten.

Der Durchbruch von PLC im Indoor-Bereich geht schon heute schleichend vor sich. Hier existieren schon vernünftig leistungsfähige Lösungen zu akzeptablen Preisen. Der Durchbruch im Outdoor-Bereich wird wohl noch etwas länger auf sich warten lassen.

## Literatur

[1] *Hanspeter Widmer:* On the global aspect of powerline communications using the HF frequency band. ATRT UAE.3, November 98, Online 99 Conference, Düsseldorf, 4. Februar 99.

# Powerline Communication – stade actuel

Dans quelques années déjà, il doit être possible de transmettre des données vers les ménages privés à des vitesses de quelques mégabits par seconde par l'intermédiaire du réseau à basse tension. L'avènement de cette technologie semble actuellement dépendre moins de problèmes techniques que de la concurrence de moyens alternatifs de transmission (télévision câblée, xDSL par lignes téléphoniques existantes, liaisons sans fil avec Dect ou le futur système de radio mobile à large bande UMTS) ainsi que de questions de normalisation encore en suspens et dont la solution prendra encore quelque temps. Les systèmes PLC qui pourront s'imposer seront caractérisés entre autre par des dépenses d'installation à la mesure de la clientèle, une capacité évolutive sans problème et le respect des futures normes CEM.

Vom Allgemeinpraktiker BKS: Kommunikationskabel, Koaxial- und Twinaxial-Kabel, Elektronik- und Steuerleitungen, Sonderleitungen, F.O.-Kabel, Anschluss-Systeme. Von der Einbaudose zum Verteilerschrank, vom Balun bis zum Gigabit Switch... Fortsetzung folgt. Verlangen Sie doch unsere Produkteübersicht.

# Hertz-Fitmacher

BKS Kabel-Service AG
Fabrikstrasse 8
CH-4552 Derendingen
Tel: +41/32-681 54 54
Fax: +41/32-681 54 59

BKS Kabel-Service AG
Chemin de la Sallaz
CH-1400 Yverdon-les-Bains
Tel: +41/24-423 94 09
Fax: +41/24-423 94 10

BKS
Plug in High-Tech!

## Ihr guter Kontakt für Kalibrierungen ...

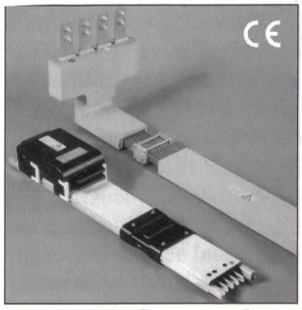
**Die Abteilung Eichung+Kalibrierung revidiert, kalibriert und eicht**

- **Messinstrumente**
- **Elektrizitätszähler**
- **Messwandler**

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein
Eichung + Kalibrierung

Luppmenstrasse 1 Tel. 01 956 13 70
8320 Fehraltorf Fax 01 956 13 73

SEV ASE



## Votre sécurité – Notre savoir-faire capital – Les canalisations électriques LANZ:

**lanz oensingen est le leader sur le marché des canalisations électriques disposant d'une longue expérience et offrant un assortiment complet qui répond à toutes les exigences:**

- **canalisations électriques les plus modernes** homologuées selon les normes internationales CE/CEI 25 – 6'000 A jusqu'à 1'000 V et 630 – 8'000 A jusqu'à 245 kV
- **indice de sécurité jusqu'à IP 68** à imprégnation de résine coulée. Résistant à la corrosion.
- **production «just-in-time».** Certifiée ISO 9001.

**Profitez de notre savoir-faire capital. Pour des conseils, des offres et des livraisons à prix avantageux, adressez-vous à lanz oensingen sa Tél. 062/388 21 21 Fax 062/388 24 24 e-mail: info@lanz-oens.com**

☐ **Les canalisations électriques LANZ** m'intéressent! Veuillez me faire parvenir votre documentation.

☐ Pourriez-vous me rendre visite, avec préavis, s.v.p.?

sf 2

Nom/adresse/tél. _____

**lanz oensingen sa**
**CH-4702 Oensingen · Téléphone ++41/62 388 21 21**

## VIP System3

Das bewährte, robuste, vielseitige, tragbare und preiswerte System für das Messen, Registrieren und Beurteilen von Belastung, Verbrauch und Oberschwingungsgehalt elektrischer Netze.

ISO 9001 SQS

**detron ag**
**Industrieautomation - Zürcherstrasse 25 - CH4332 Stein**
Telefon 062-873 16 73 Telefax 062-873 22 10