

**27. Fachgruppentreffen ITG-FG 5.4.1, Wernigerode, 17.04.2009**

# **Ausgewählte aktuelle Entwicklungen der leitungsgelassenen Übertragungstechnik für Access- und Home Networks**

Wie könnte die SI-POF-Übertragungstechnik davon profitieren?

Dr. Andreas Bluschke, Philipp Rietzsch, Rainer Steglich

Teleconnect GmbH Dresden

# Gliederung

- Vorbemerkungen
- Einführung
- Discrete Multitone Technologie
- ITU-T G.hn
- Vorschlag
- Ausblick
- Literaturquellen
- Anlage: „Fragebogen“

# Vorbemerkungen

- Lange überlegt, ob der Zeitpunkt günstig ist, dann doch kurzfristig entschieden, hier unseren Vorschlag zur Diskussion zu stellen.
- Der Fortschritt bei heutzutage übertragbaren Bitraten über alle möglichen Übertragungsmedien ist immens. Sollte die SI-POF-Übertragungstechnik nicht durch Synergieeffekte davon profitieren können?
- Wo sollte man sich bei Normungsgremien betätigen, um eventuell „mitsegeln“ oder ggf. noch „Kurskorrekturen“ vornehmen zu können.
- Einschränkung: Begrenzung auf die Signalverarbeitung, d.h. „Optik“ wird ausgeklammert und Marktbetrachtungen werden bewusst ausgespart.

# Einführung

- Teleconnect kann auf eine lange POF-Historie zurückblicken (seit Mitte der 90iger Jahre mit Unterbrechungen)
- Teleconnect war u.a. am POF-ALL-Projekt vom 01.01.2007 bis 30.09.2008 beteiligt und hat dort als Vorreiter für den Einsatz der DMT für die SI-POF auf sich aufmerksam gemacht
- Die Fast Ethernet-Übertragung über 200 m SI-POF konnte auf der Basis von VDSL2-Schaltkreisen, die für den Massenmarkt verfügbar sind (u.a. T-Home-Speed-Projekt), realisiert werden (siehe z.B. [1], [2], [3]).
- Mittlerweile hat auch eine Reihe anderer Firmen die Idee der Verwendung der DMT für die SI-POF aufgegriffen und die DMT ist nun praktisch zu einem Forschungsschwerpunkt in der „POF-Welt“ geworden (ECOC, OFC, Int. Conf. on POF, renommierte internationale Fachzeitschriften) (siehe z.B. [4], [5]).

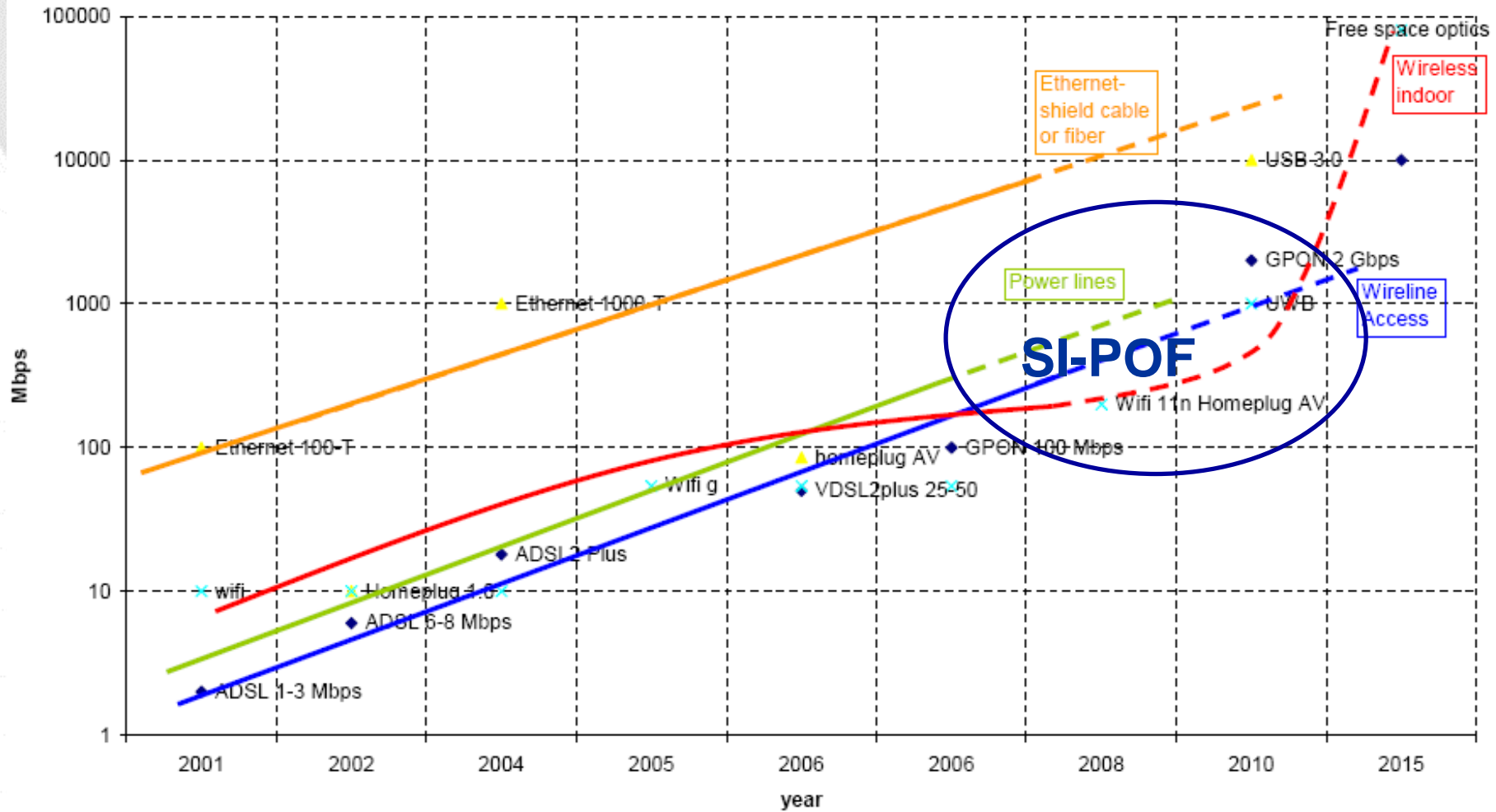
# Einführung

- Mit Beendigung unserer POF-ALL-Aktivitäten wurden die Arbeiten bei Teleconnect nicht eingestellt, sondern es erfolgte eine Fortführung der Untersuchungen zum DMT-Einsatz mit Blick auf höhere Bitraten (schneller Fast Ethernet).
- Einerseits wurden die theoretischen Untersuchungen vorangetrieben, andererseits wurde die Suche nach nachnutzbaren DMT-Schaltkreislösungen fortgesetzt, denn der Markt für die SI-POF wird vermutlich nie so groß werden, dass sich Entwicklung von speziellen Schaltkreisen für Signalverarbeitung wirtschaftlich rechtfertigen lassen wird (Annahme: keine ungewöhnlichen Forderungen durch SI-POF-Anwendungen).

# Beispiele für „Nachnutzung“ durch die „POF-Welt“

- z.B. für Ethernet-Übertragung:
    - 10 Base x – Manchester Code
    - 100 Base x – 4B5B/MLT3
    - 100 Base x – DMT auf Basis von VDSL2-Schaltkreisen
- D.h. Verwendung existierender Schaltkreise mit optischem Interface auch für die POF

# Technologien für höhere Bitraten ([6] leicht modifiziert)



# Discrete Multitone Technologie - eine Mehrträgermodulation



- Im Einsatz in vielen Anwendungsfeldern:
  - Digital Video Broadcasting – Terrestrial (DVB-T)
  - Digital Audio Broadcasting (DAB)
  - High Performance WLAN (802.11a/g)
  - Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL/ADSL2.Lite/ADSL2+)
  - Very High Speed Digital Subscriber Line (VDSL2)
  - Ethernet First Mile (IEEE 802.ah)
  - 3GPP Long Term Evolution (LTE) und „LTE Advanced“
  - Ultra Wide Band (UWB)
  - Freiraumübertragung mit weißen LEDs
  - Broadband over Power Line Networks (IEEE P1901)
  - 10 Gbit/s über Glasfaser

# Discrete Multitone Technologie auch bei SI-POF in Diskussion

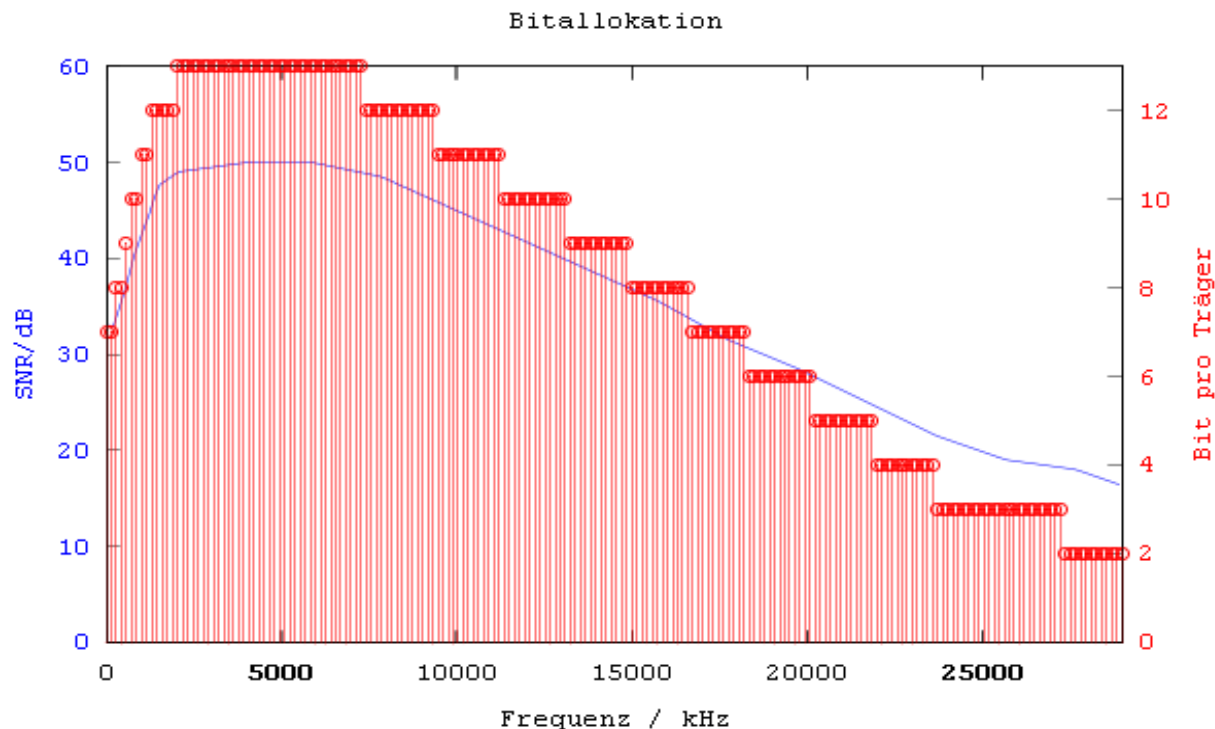
- Praktische Realisierungen mit VDSL2 [2]
- Eher auf theoretischer Basis bzw. mittels Offline-Simulationen:

Bandbreite	QAM-Tiefe	Trägeranzahl	Quelle
200 MHz	5	166	POF07
500 MHz	6	1023	OFC08
312,5 MHz	7	256	POF08
370 MHz	6	1023	POF08
250 MHz	6	511	ECOC08
500 MHz	6	1023	OFC09

→ Ansätze zu Optimierungen nicht erkennbar (unterschiedliche Trägeranzahl, QAM-Tiefe, ..., Trägerbreite)

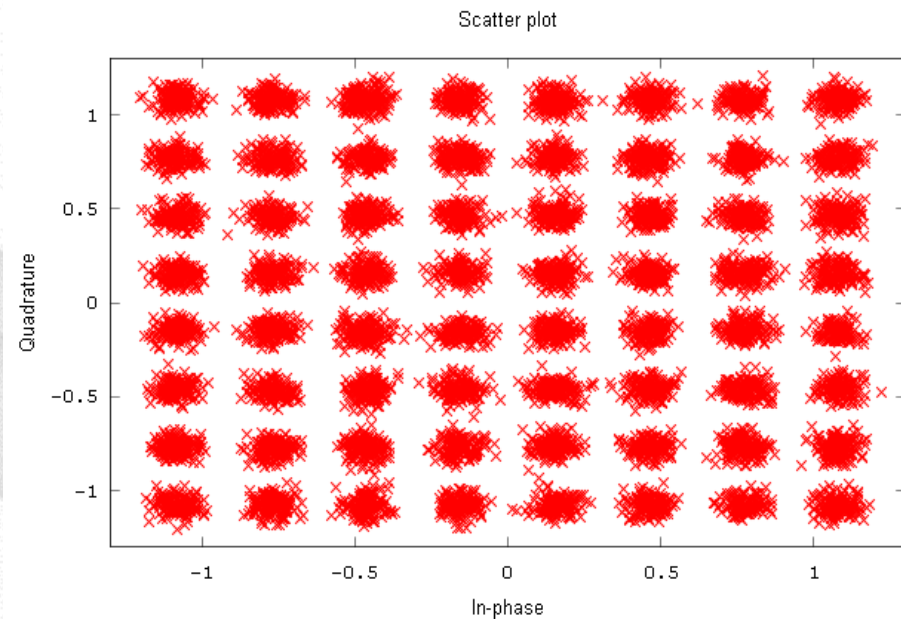
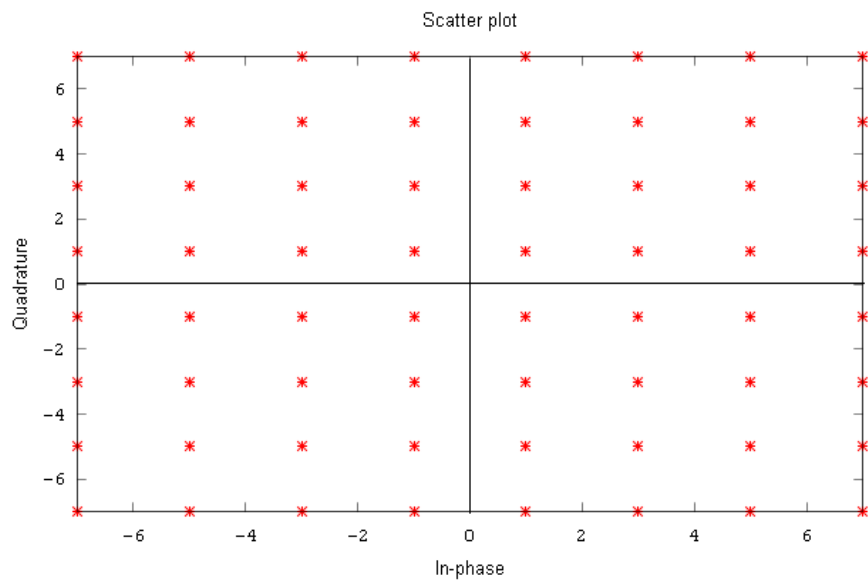
# DMT-Simulation auf der Basis von Octave

- Nach anfänglich auf EXCEL-Tool basierenden Arbeiten sind wir nun in der Lage, Optimierungen an DMT auf der Basis von Octave durchzuführen [7].



# DMT-Simulation auf der Basis von Octave

## Konstellationsdiagramm mit und ohne Rauschen (64-QAM)



# Aktuelle Entwicklungen – Nachnutzpotential vorhanden?

- ITU-T G.9960 (ex G.hn)
- 4. Generation Breitband
  
- UWB over Fiber (UROOF)
- Auch für „LTE Advanced“ denkt man über 100 MHz Bandbreite nach

# ITU-T G.hn

## „G.home networking“



- Seit 2005/2006 laufen bei der ITU Normungsaktivitäten.
- Für die Heimvernetzung der Zukunft werden Bitraten von 1 Gbit/s über vorhandene Verkabelungen (Powerline, Telefonleitungen, Koaxialkabel) angestrebt, wobei einheitlicher PHY verwendet werden soll.
- Seit Dezember 2008 erste Empfehlung (ITU-T G.9960) vorhanden. Arbeit der ITU-T wird vom HomeGrid Forum unterstützt, welches sich u.a. um Marketing kümmert, zukünftig die Zertifizierung und die Interoperabilität bewerkstelligen soll.
- Übertragungstechnik beruht u.a. auf DMT.

# ITU-T G.hn - Mitwirkende



# HomeGrid Forum



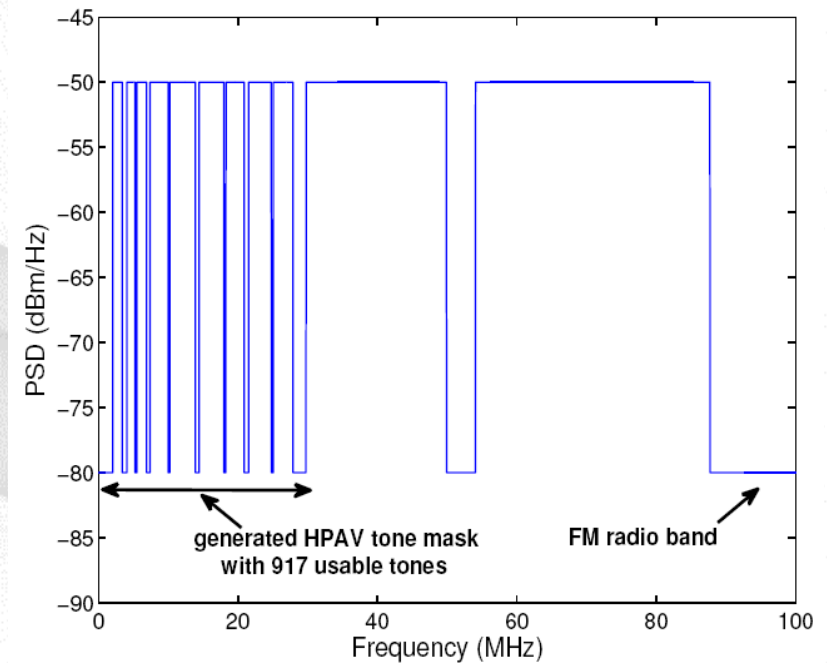
# Arbeitsschwerpunkte G.hn/HomeGrid Forum



- Hauptprobleme:  
Notches, „Koexistenz“, Zugriffsalgorithmen, Cyclic Prefix,  
Impulsive Noise ← „schlechter Kanal“
- Guter Überblick: IEEE ISPLC 2009 im April in Dresden
- Ab Mitte 2010 werden erste Schaltkreislösungen erwartet.

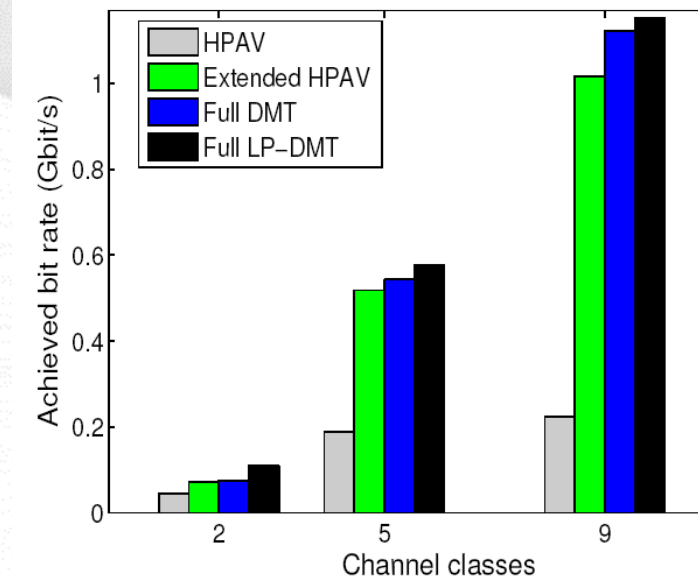
# PLC-Technologien haben höhere Bitraten im Visier

- Wenn bei VDSL2 die Bandbreitenbegrenzung noch bei 30 MHz lag, so denkt man bei PLC über den Frequenzbereich von bis zu 100 MHz nach  
→ erweiterte PLC PSD-Maske von HomePlug AV aus [8].



# PLC-Technologien haben höhere Bitraten im Visier

- Die Kanalqualität bei PLC kann in 9 Klassen eingeteilt werden [9]. Für verschiedene PLC-Klassen sind die erreichbaren Bitraten angeführt (Trägerabstand 24,4 kHz, 15 bit/s/Hz.....) [8].



# Angedachte Parameter für Koaxialkabelnetze nach [10]

	<b>G.hn PHY RF Coax Parameter</b>
Trägerabstand	195,3125 kHz
Bandbreite	50 MHz, 100 MHz, 200 MHz (Japan)
Frequenzbereich	300 – 2500 MHz
FEC	LDPC
Verschlüsselung	AES

# Vorschlag für weitere Verfahrensweise

- Prüfen, ob G.hn **alle** Anforderungen an hochbitratige SI-POF-Systeme erfüllen kann.
- Spezifikation für hochbitratige SI-POF erstellen und mit G.hn abgleichen (mögliche Fragestellungen dazu in Anlage – „Fragebogen“).
- Koordiniert durch Fachgruppe alle Kräfte bündeln (über POFPLUS, OMEGA, ALPHA...) und die POF als Übertragungsmedium bei G.hn „einbringen“. Evtl. Zusatzforderungen formulieren, die in die Schaltungsentwicklung eingehen können – „DMT-POF-Initiative“
- „POF-Welt“ sollte sich auf „Optik“ konzentrieren – Wellenlänge, Stecker, Sendeleistung, Komponenten, Faser....

# Ausblick

- Erste Auswertungen der G.hn-Infos stimmen uns optimistisch, dass für einen Großteil der SI-POF-Anwendungen mit angedachten Schaltkreisen gearbeitet werden kann.
- Eventuelle Sonderwünsche (was bringt der „Fragebogen“?) fordern natürlich spezielle Schaltkreislösungen
- Projekt mit hochbitratiger SI-POF-Übertragung in Vorbereitung

# Literaturquellen

- [1] Bluschke, A.; Kiss, N.: Multicarrier-Systeme für SI-POF, Fast Ethernet-Übertragung über 200+ m. ITG-FG 5.4.1 2007, Erlangen, Deutschland
- [2] Bluschke, A.; Matthews, M.; Rietzsch, P.; Steglich, R.: High-speed data transmission over SI-POF with multi carrier modulation. POF 2008, Santa Clara, USA
- [3] Bluschke, A.; Matthews, M.; Nürnberger, G.; Rietzsch, P.; Steglich, R.: Data transmission with Multi Carrier Modulation over SI-POF – What is possible?. ITG-FG 5.4.1 2008, Krems, Österreich
- [4] Charbonnier, B.; Urvoas, P.; Ouzzif, M.; Le Masson, J.; Lambkin, J. D.; O’Gorman, M.: Gigabit Transmission over 50 m of Step-Index Plastic Optical Fibre. POF 2008, Santa Clara, USA
- [5] Charbonnier, B.; Urvoas, P.; Ouzzif, M.; Le Masson, J.; Lambkin, J. D.; O’Gorman, M.; Gaudino, R.: EU project POF-PLUS: Gigabit Transmission over 50 m of Step-index Plastic Optical Fibre for Home Networking. OFC 2009, San Diego, USA
- [6] Javaudin, J.-P.; Bellec, M.: Gigabit speed to the end user. BBWF 2008, Brüssel, Belgien
- [7] Fey, T.: Voruntersuchungen für die Realisierung eines hochbitratigen SI-POF-Übertragungssystems mit Mehrträgermodulation. Diplomarbeit, Dresden, 2009

# Literaturquellen

- [8] Maiga, A.; Baudais, J.-Y.; Helard, J.-F.: Very High Bit Rate Power Line Communications For Home Networks. IEEE ISPLC 2009, Dresden, Session 6A
- [9] Tlich, M.; Chaouche, H.; Zeddani, A.; Pagani, P.: Novel Approach for PLC Impulsive Noise Modelling. IEEE ISPLC 2009, Dresden, Session 1A
- [10] O'Mahony, B.; Gomez, C; Egan, J.; Oksman, V.; Finocchiaro, M.; Galli, S.: G.hn – Compatibility with Existing Home Networking Technologies; Revision 1.0 – April 2009

# Anlage: „Fragebogen“

- Welche Datenraten sollten durch die Modulationsparameter für die SI-POF angestrebt werden?
- Würden Sie zwischen short- and long haul unterscheiden wollen?
- Welche POF-Bandbreite halten Sie für nutzbar?
- Was sind realistische Werte für die „constellation size“ der QAM?  $2^{12}$ ... $2^{15}$ -QAM? Erlauben die zu erwartenden SNR-Werte dies? Welche SNR-Werte sehen Sie heute und zukünftig für realisierbar an?
- Welche Bitfehlerrate wird angestrebt?
- Wie groß sollte die Störreserve gewählt werden (Margin)?
- In welchem Maße sollten Fehlersicherungsmaßnahmen verwendet werden? Welche Coderaten sind sinnvoll?
- Welche Forderungen bestehen hinsichtlich „fast-“ oder „interleaved path“?

# Anlage: „Fragebogen“

- Welcher Temperaturbereich wird gefordert?
- Sollten energiesparende Maßnahmen berücksichtigt werden (sleep-/ low-power -Mode)?
- Welche Schnittstellen sollten verwendet werden (Ethernet, USB, FireWire...)?
- Gibt es besondere Managementanforderungen (Testfunktionen, Diagnostic..?)
- Ist es sinnvoll, geradzahlige und ungeradzahlige (6,7,8,9) Bits pro Träger zu verwenden oder ist eine Beschränkung auf eine gerade Anzahl von Bit pro Träger (6,8,10,12) wünschenswert?

# Kontaktieren Sie uns!



Andreas Bluschke ([blua@teleconnect.de](mailto:blua@teleconnect.de))



Tel

++493514236210

Fax

++493514236209

Teleconnect GmbH  
Am Lehmberg 54  
01157 Dresden  
Germany