

Olaf Ziemann

Polymer Optical Fiber Application Center, POF-AC
Georg-Simon-Ohm Fachhochschule Nürnberg
Wassertorstr. 10, 90489 Nürnberg
Tel: 0911-5880-1060
Fax: 0911-5880-5060
mail: olaf.ziemann@pofac.fh-nuernberg.de
web: www.pofac.de

betrifft:

**Vorschlag für die nationale Standardisierung
(POF-Standard 2010)**

Sehr geehrte Damen und Herren,

Standardisierung ist eines der Schlüssel für einen Erfolg neuer Technologien, und damit auch der POF-Technologien. Vertreter deutscher Firmen und Institute haben sich in den letzten Jahren schon sehr erfolgreich an verschiedenen Arbeitsgruppen beteiligt, darunter Themen wie:

- Industrial Ethernet over POF
- VDE/VDI-Empfehlung 5570:
- Prüfung von Kunststoff-LWL
- DKE GUK 715.3 - AD-HOC Arbeitskreis POF in Heimverkabelung
- Initiativkreises NGA FTTH (Next Generation Access)

Gerade bei der Erarbeitung der neuen Fasernorm A4a.2 haben die deutschen Vorschläge eine wichtige Rolle gespielt. Auf der anderen Seite konnten wir auf die Spezifikation des Steckers keinen großen Einfluß nehmen.

Daneben sind viele wichtige Industriestandards, wie beispielsweise MOST unter maßgeblicher Beteiligung deutscher Vertreter zustande gekommen.

Die ITG-Fachgruppe 5.4.1 „Optische Polymerfasern“ hat als offene Diskussionsplattform schon immer indirekt an der Gestaltung der oben genannten Arbeitsgruppen mitgewirkt. Nachfolgend habe ich aus unserer Sicht zusammengestellt, in welchem Bereich in den nächsten 2 Jahren neue Vorschläge für die Normierung zu erarbeiten sind.

Ich möchte alle Interessenten aufrufen, an dieser Arbeit weiter oder auch neu mitzuarbeiten. Bei ausreichendem Interesse kann z.B. eine neue VDE/VDI-Empfehlung erstellt werden.

Nachfolgend werden einige (sicher nicht alle) Gebiete genannt, bei denen in den nächsten Jahren deutlicher Bedarf für neue Standards besteht:

1. Faser-Standardisierung

Als wichtigster Standard für optische Polymerfasern beschreibt die IEC 60793-2-40 insgesamt 8 verschiedenen Faserklassen. Unter Mitwirkung der deutschen Arbeitsgruppe wurde dabei die alte Klasse A4a (besser bekannt als Standard-POF) neu definiert:

Tabelle 1: Spezifikation von SI-POF nach IEC 60793-2-40

Parameter	Einheit	Klasse A4a.1	Klasse A4a.2	Klasse A4b	Klasse A4c	Klasse A4d
Ø-Kern	[µm]	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ø-Mantel	[µm]	1.000±60	1.000±60	750 ± 45	500 ± 30	1.000 ± 60
Ø-Jacket	[mm]	2,2 ± 0,1	2,2 ± 0,1	2,2 ± 0,1	1,5 ± 0,1	2,2 ± 0,1
Kernexzentrizität	[%]	≤ 6	≤ 6	≤ 6	≤ 6	≤ 6
Dämpf. 650 nm	[dB/km]	≤ 400	≤ 180	≤ 400	≤ 400	≤ 400
mit EMD launch	[dB/km]	≤ 300	≤ 180	≤ 300	≤ 300	≤ 180
Bandbreite	[MHz·100m]	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 100
RML-BW (NA<0,30)	[MHz·100m]	n.d.	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 100
Biegeverlust	[dB/10 Bieg]	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
Num. Apertur	-	0,50±0,15	0,50±0,045	0,50±0,15	0,50±0,15	0,30±0,05

Tabelle 2: Spezifikation von GI/MSI-POF nach IEC 60793-2-40

Parameter	Einheit	Klasse A4e	Klasse A4f	Klasse A4g	Klasse A4h
Ø-Kern	[µm]	≥ 500	200 ± 10	120 ± 10	62,5 ± 5
Ø-Mantel	[µm]	750 ± 20	490 ± 10	490 ± 10	245 ± 5
Ø-Jacket	[mm]	2,2 ± 0,1	n.d.	n.d.	n.d.
Kernexzentrizität	[%]	≤ 6	≤ 4	≤ 4	≤ 2
Dämpfung 650 nm	[dB/km]	≤ 180	≤ 100	≤ 100	n.d.
Dämpfung 850 nm	[dB/km]	n.d.	≤ 40	≤ 33	≤ 33
Dämpfung 1300 nm	[dB/km]	n.d.	≤ 40	≤ 33	≤ 33
Bandbreite 650 nm	[MHz·100m]	≥ 200	≥ 800	≥ 800	n.d.
Bandbreite 850 nm	[MHz·100m]	n.d.	1500-4000	1880-5000	1880-5000
Bandbreite 1300 nm	[MHz·100m]	n.d.	1500-4000	1880-5000	1880-5000
Biegeverluste	[dB/10 Bieg]	≤ 0,5	≤ 1,25	≤ 0,6	≤ 0,25
Num. Apertur	-	0,25±0,07	0,19±0,015	0,19±0,015	0,19±0,015

Auch in den übrigen Klassen wird es in den nächsten Jahren Veränderungen geben müssen. In der Diskussion sind dabei Fragen wie:

- brauchen wir auch A4b.2 und A4c.2 ?
- Wie können MSI- (*Vielstufenindex*) und MC-POF (*Vielkern*) einbezogen werden ?
- Was soll die obere Bandbreitengrenze bei den Klassen A4f bis h ?
- brauchen wir auch eine 50 µm PF-GI-POF ?

Es besteht also noch sehr viel Bedarf darin, in den nächsten Jahren die Norm an die realen Entwicklungen der POF anzupassen.

2. Stecker für POF

In der Arbeitsgruppe wurden verschiedenen Stecker für POF-Systeme diskutiert, darunter der EM-RJ, der SC-RJ und der SMI-Stecker (siehe Bild).



Bild 1: Beispiele für aktuelle Steckersysteme

Die IEC hat dagegen den LC-Stecker vorgeschlagen, der allerdings für 1 mm dicke POF gar nicht einsetzbar ist, da die Ferrule nur 1,25 mm dick ist.



Bild 2: LC-Duplexstecker für Glasfasern

Für die POF-Anwender und -Hersteller gibt es verschiedenen Optionen das Steckerthema weiter zu bearbeiten:

- doch noch einen 1 mm-tauglichen LC zu entwickeln (wer kann und will das ?)
- zu versuchen, einen der existierenden POF-Stecker in den Standard zu bringen
- zukünftig ganz auf steckerfreie Lösungen setzen (wie DieMount, Siemens und Firecomms)
- einen gemeinsam ganz neuen Stecker inkl. Installationswerkzeug für die POF entwickeln

Ein ganz wesentlicher offener Punkt bei der Spezifikation von POF-Steckern wird auch die Erarbeitung eines Meßverfahrens für die Steckerdämpfung sein. Insbesondere muß dem Nutzer verdeutlicht werden, welcher Anteil der Steckerverluste von Stecker selber, welcher von Abweichungen der Faserparameter und welcher Teil von der Stirnflächenbehandlung kommt.

3. einheitliche Kabel

Nach IEC-Standard ist eine 1 mm-POF mit einem 2,2 mm dickem Schutzmantel versehen. Damit endet auch schon die Spezifikation. Das Material kann ganz unterschiedlich gewählt werden (PVC, PA, PE usw.).

- Bislang gibt es auch keine einheitliche Markierung. Mal ist der Hersteller und der Fasertyp aufgedruckt, mal findet man unterschiedlich gefärbte Punkte und bisweilen gibt es gar keine Markierungen.
- Eine der Ideen ist es, die Art der POF (z.B. Standard-SI, Vielkern oder GI-POF) durch die Mantelfarbe zu kennzeichnen.
- Weitere Probleme entstehen dadurch, daß Siemens für sein eigenes Produkt einen neuen Schutzmanteldurchmesser eingeführt hat (1,5 mm).
- Es ist auch noch nicht festgelegt, an welchen Stellen Simplex- oder Duplexfaser-Systeme eingesetzt werden solle/können.
- Es fehlen bislang jegliche Festlegungen für Vielfach-Kabel



Bild 3: Beispiel für POF-Bändchen (hier $8 \times 500 \mu\text{m}$ POF)

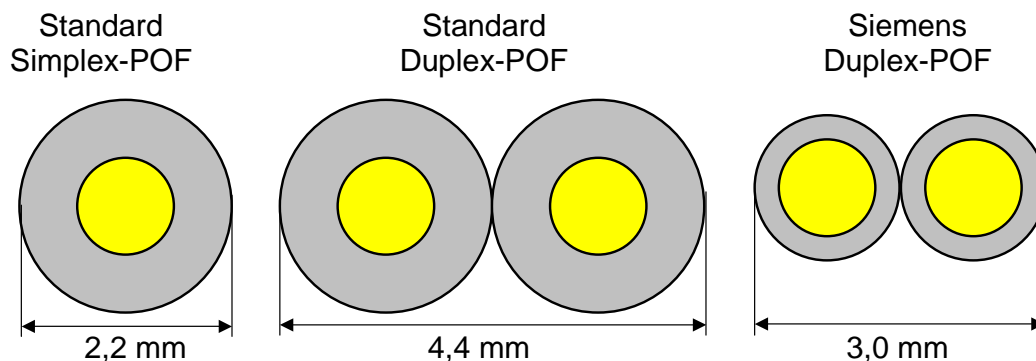


Bild 4: Beispiel für POF-Kabeltypen

4. die optische POF- Schnittstelle

Die größte Herausforderung an die Standardisierung ist die Definition einer optischen POF-Schnittstelle (z.B. für Gigabit-Ethernet). Erst eine solche Festlegung würde es ermöglichen, Komponenten unterschiedlicher Hersteller zu kombinieren.

Strenggenommen gibt es auch bei Kupferdatenkabeln keine „anwendungsneutrale“ Verkabelung, denn in Wirklichkeit wurden die Anforderungen an die verschiedenen Kategorien immer an den Notwendigkeiten der Ethernet-Normen mit den verschiedenen Bitratenstufen angepaßt.

Dies ist eines der großen Probleme bei der Definition von POF-Links. Da die Anforderungen der optischen Schnittstellen noch nicht festgelegt sind, kann man bei den Parametern für die POF-Strecke auch nur raten.

Als Minimalergebnis sollte zunächst festgelegt werden, welche Parameter überhaupt spezifiziert werden sollen, z.B.

- Mittenwellenlänge (bzw. Schwerpunktwellenlänge), inkl. Drift über der Temperatur
- effektive spektrale Breite
- max. und min. optische Sendeleistung
- max. Empfangsleistung (Übersteuergrenze)
- NA des Senders
- max. erlaubter Faserdurchmesser
- Empfindlichkeit des Empfängers ($BER < 10^{-xx}$)

Ein nächster Schritt wäre die Durchführung von Kompatibilitätstests mit unterschiedlichen aktiven Komponenten und Fasern.

Im letzten Schritt kann dann eine optische (Ethernet ?) Schnittstelle so definiert werden, daß unterschiedliche Sender und Empfänger mit verschiedenen Fasern immer kombiniert werden können, so wie es heute mit der Kombination Ethernet und Kat5-Kabeln schon funktioniert.

Das vielleicht größte Problem liegt dabei in der Messung der optischen Signalqualität vor dem Empfänger. Falls Entzerrung genutzt wird, kann das Augendiagramm nicht mehr verwendet werden, da das Auge u.U. schon komplett geschlossen ist.

5. optische POF-Meßtechnik

Mit der Veröffentlichung der VDE-VDI-Richtlinie 5570 „Prüfung von Kunststoff-LWL“ gibt es zumindest im Bereich der Dämpfungsmessung inzwischen ein von Experten anerkanntes Standard-Meßverfahren für optische Polymerfasern. Allerdings erstreckt sich diese Empfehlung lediglich auf Standard-SI-POF.

Die meisten internationalen Standards für Tests an POF sind aus dem Bereich der Glas-Multimodefasern adaptiert. Es fehlen i.d.R. Grundlagenuntersuchungen und Vergleichstests mit Fasern verschiedener Hersteller.

Schon für neue Fasern mit Vielkern- und Gradientenindexprofil gibt es praktisch keine spezifizierten Meßverfahren. Einfache Hilfsmittel, wie beispielsweise Modenmischer, sind nicht beschrieben oder untersucht. Dies gilt in weiten Bereichen auch schon für die Doppelstufenindexprofilfaser (A4d).

Die Nichtverfügbarkeit solcher Meßverfahren (und Geräte) war ein wesentliches Argument, sich für die Heimverkabelung auf die A4a.2-Faser zu konzentrieren.

Die wichtigsten Fragestellungen für neue Standards im Bereich der Meßtechnik sind u.a.:

- Dämpfungsmessungen an anderen Indexprofilen
- Definition einer Bandbreitemessung
- Definition der Messung der Steckerdämpfung
- realistischere Tests für Biegeverluste und Langzeitverhalten

Ziel der Arbeit muß sein, dem Installateur von POF-Komponenten schon in den Produkt-Datenblättern verlässliche Angaben zur Verfügung zu stellen, und auf der anderen Seite eine sinnvolle Abnahmemessung der POF-Strecken zu ermöglichen.